Archiv

für

Mikroskopische Anatomie

herausgegeben

von

v. la Valette St. George in Bonn

und

W. Waldeyer in Strassburg.

Fortsetzung von Max Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie.

Sechszehnter Band.

Mit 34 Tafeln und 8 Holzschnitten.

Bonn,
Verlag von Max Cohen & Sohn (Fr. Cohen)
1879.

Inhalt.

Seite

Weitere Mittheilung über die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. Von Dr. Albrecht Budge, Privatdocent und Assistent am anat. Institut in Greifswald. Hierzu Tafel I 1

Ueber die sogenannte ungestielte oder Morgagnische Hydatide. Von Dr. Ludwig Loewe in Berlin 15

Die elastische Faser des Ligamentum nuchae unter der Pepsin- und Trypsineinwirkung. Von Dr. Ph. Pfeuffer. Hierzu Tafel II . . . 17

Ueber neue, otocystenartige Sinnesorgane der Insecten. Von V. Graber, Professor der Zoologie an der Universität Czernowitz. Hierzu Tafel III und IV 36

Die fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen. Von Dr. Hans Schultze in Kiel. Hierzu Tafel V und VI 57

Ueber die Veränderungen des serösen Epithels am blossgelegten Froschmesenterium. Von Dr. med. Richard Altmann, Assistent am pathologischen Institut in Giessen. Hierzu 3 Holzschnitte . . 111

Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystems der Wirbelthiere. Von Dr. A. Goette, Professor in Strassburg. II. Die Wirbelsäule und ihre Anhänge 5. 6. Hierzu Tafel VII, VIII, IX. 117

Studien über Protozoen des nördlichen Russland. Von C. von Mereschkowsky aus St. Petersburg. Hierzu Tafel X und XI 153

Die Knorpelzelltheilung. Ein Beitrag zur Lehre der Theilung von Gewebezellen. Von W. Schleicher. (Aus dem histologischen Laboratorium in Gent.) Hierzu Tafel XII, XIII, XIV und 1 Holzschnitt . 248

Die Anwendung von Gemischen der Chromsäure und Osmiumsäure zur Untersuchung des Gehörorganes kleinerer Thiere. Von Dr. Max Flesch, Prosektor in Würzburg 300

Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. Von Walther Flemming, Professor in Kiel. Hierzu Tafel XV—XVIII 302

Ueber die Theilung der thierischen Zellen. Von Professor Dr. Peremeschko in Kiew. Hierzu Tafel XIX 437

Notiz über den Theilungsvorgang bei Knorpelzellen, sowie über den Bau des Hyalinknorpels. Von Dr. W. S. Bigelow (U.-S.-A.). Hierzu Tafel XX 457

Seite

Einige Notizen zur Tinctionstechnik, besonders zur Kernfärbung. Von Dr. H. Grenacher, Professor der Zoologie in Rostock . . . 463

Ueber die Verwerthbarkeit der Corrosion in der mikroskopischen Anatomie. Von Dr. med. Richard Altmann in Giessen. Hierzu Tafel XXI, XXII, XXIII 471

Zur Entwicklungsgeschichte der Säugethierniere. Von Dr. Ludwig Loewe in Berlin. Hierzu Tafel XXIV und 2 Holzschnitte. . . 507

Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen. III. Mittheilung. Die Fermentbildung in den Drüsen. Von Dr. Moritz Nussbaum, Privatdocent und Assistent am anatomischen Institut in Bonn. Hierzu Tafel XXV und 1 Holzschnitt. 532

Die Entstehung des Blutes und der ersten Gefässe im Hühnerei. Von Dr. J. Disse, I. Assistenten am anatomischen Institut zu Strassburg. Hierzu Tafel XXVI, XXVII, XXVIII 545

Zur Kenntniss der Säugethierchorda. Von Dr. Ludwig Loewe in Berlin. Hierzu Tafel XXIX, Fig. 1—10 597

Kleinere histologische Mittheilungen. Von Dr. Ludwig Loewe in Berlin. Hierzu Tafel XXIX, Fig. 11—19 613

Die Histiologie und Sprossenentwickelung der Tethyen, besonders der Tethya lyncurium Lieberkühn (autorum). Von Dr. Béla Dezsö, em. Assistent aus Kolozsvár. Hierzu Tafel XXX—XXXIII . . . 626

Die Muskulatur der menschlichen Mundspalte. Von Prof. Dr. Chr. Aeby in Bern. Hierzu Tafel XXXIV und 1 Holzschnitt 621

Weitere Mittheilung über die Saftbahnen im hyalinen Knorpel.

Von

Dr. **Albrecht Budge,**

Privatdocent und Assistent am anat. Institut in Greifswald.

Hierzu Taf. I.

Fortgesetzte Untersuchungen über die Ernährungswege im hyalinen Knorpel haben mir weitere Aufschlüsse über die Bahnen gegeben, in denen bei meinen früher mitgetheilten Injectionen der Knorpelkapseln (7) die Masse in letztere eingedrungen und dieselben gefüllt hat. Mit Lösungen von Asphalt in Chloroform, Benzol und Terpentin konnte ich von der synovialis aus Kapseln oft auf weite Strecken hin anfüllen. Ich zog daraus den Schluss, dass zwischen ihnen feste, praeformirte Wege vorhanden sein müssten und ich glaube, dass derselbe seine volle Berechtigung hat, weil über die Zuverlässigkeit der, von mir benutzten, Injectionsmassen als solcher, die nicht diffundiren, wohl kein Zweifel obwalten kann.

Dieselben können nicht das Gewebe durchtränken, sondern sich nur in vorhandenen festbegrenzten Bahnen fortbewegen. Es war daher ferner meine Aufgabe, letztere auch so darzustellen, dass nicht allein ein weiterer Beweis für das Vorhandensein derselben gegeben, sondern auch ihr Verlauf, ihre Anordnung und ihre Beziehung zu den Kapseln und der Grundsubstanz festgestellt werden konnte. Dies erschien mir um so nothwendiger, als bis jetzt wenigstens die Injectionen der Knorpelkapseln keinem der Forscher geglückt zu sein scheinen [1]) und auch wieder in der neuesten Zeit bei Anwendung anderer Methoden Zweifel über die Existenz der Canälchen aufgetaucht sind.

So glaubt Maas (31) an „die vollständige Gefässlosigkeit

1) Ich bin gern bereit den Herrn, die sich mit dieser Frage beschäftigen oder dafür interessiren, Praeparate mit injicirter Knorpelkapsel zur Ansicht zu schicken.

und den gänzlichen Mangel an Saftcanälen im Knorpel", gestützt auf seine Erfahrungen, die er bei Indigcarmin-Infusionen in dem lebenden Organismus gemacht hat. Während er alle Theile des Körpers tiefblau gefärbt fand, blieb der Knorpel längere Zeit vollkommen farblos, nur die verkalkten Theile desselben, die zuerst sich in Knochensubstanz umwandeln, zeigten sehr bald eine leichte, blaue Verfärbung.

Bei Anwendung desselben Farbstoffs und zum Theil derselben Methode kamen Nykamp (33) und Arnold (2) zu gerade entgegengesetzten Resultaten. Ersterer hat Niederschläge in feinen Linien zwischen den Knorpelkapseln erhalten, die er für Saftbahnen anspricht.

Arnold hat zahlreiche und mannigfache Abscheidungen in Kapseln und Grundsubstanz constatirt. Dieselben sind, wie er besonders betont, am „lebenden Knorpel" zu Stande gekommen, also unter Verhältnissen, die geeignet sind, ein möglichst getreues Bild von den Ernährungsvorgängen im Knorpel zu geben.

Tizzoni (39) endlich, dessen Arbeit ich nur aus dem Referat Bizzozero's kenne, in dessen Laboratorium sie unternommen wurde, leugnet auf Grund „vielfacher und nach verschiedenen Methoden vorgenommener Injectionen" das Bestehen solcher Canäle mit grosser Entschiedenheit.

Ein neuer Beweis für solche Vorrichtungen im Knorpel kann daher bei der Wichtigkeit der Frage und den so sich widersprechenden Beobachtungen nicht als überflüssig erscheinen.

Die Darstellung solcher Canälchen gelingt nach verschiedenen Methoden, wie ich weiter unten ausgeführt habe, leicht. Meine Untersuchungen glaubte ich aber erst dann für abgeschlossen halten zu dürfen, als es mir gelang, das Canalwerk aus dem Knorpel herauszuschälen und als ein selbständiges Röhrensystem zu isoliren, wie es bei dem Knochen schon längst bekannt ist. Durch die Isolation gewinnen einige frühere Beobachtungen, die wohl Deutungen zuliessen, aber keine Beweiskraft hatten, wesentlich an Bedeutung. Ich muss daher kurz wieder auf jene zurückkommen und zum Theil sie ergänzen. In meinem oben erwähnten Aufsatze ist in Fig. 1 ein Netzwerk von blauen Linien dargestellt, das zwischen den injicirten Kapseln gelegen ist und sie untereinander verbindet. Ich deutete die Linien als Gänge, die mit Injectionsmasse gefüllt seien, die ich aber durch Druck für erweitert hielt.

Gleichfalls, als Ausdruck der Saftbahnen, fasse ich jetzt das Bild auf, welches ich p. 72 beschrieben habe. In der Zwischensubstanz der mit Asphalt injicirten Kapseln waren gelblich gefärbte Pünktchen sichtbar. Bei wiederholter Durchmusterung der alten Praeparate fand ich diese Pünktchen in ungleich grösserer Anzahl und Deutlichkeit vor. Noch mehr fällt dies in die Augen, wenn man die Grundsubstanz sehr stark aufhellt, was in exquisiter Weise durch das für andere Zwecke von Merkel empfohlene Xylol geschieht.

In Fig. 1 gebe ich eine naturgetreue Abbildung [1]). Sie stellt eine Anzahl von mit Asphalt injicirten Knorpelkapseln dar. Zwischen ihnen finden sich zahlreiche gelbe oder braune Pünktchen, die bald unregelmässig in der Zwischensubstanz liegen, bald in deutlich hervortretenden Reihen angeordnet sind. Zusammenhängende Ausfüllungen der Canälchen sind mir nicht zu Gesicht gekommen, was wohl durch ihre allzu grosse Feinheit erklärt wird.

Endlich hatte ich in meiner früheren Mittheilung erwähnt, dass durch Anwendung von Eisessig an injicirten Knorpelkapseln kleine, in die Grundsubstanz vorragende Zacken sichtbar werden, die ich als Ausdruck der Saftcanälchen betrachtete. cf. pag. 70.

Der Versuch mit Eisessig hatte es mir nahe gelegt, es möchten sich Reagentien finden lassen, durch welche das Grundgewebe so weit verändert würde, dass die Gänge hervorträten, wie dies ja auch hinsichtlich des faserigen Baues des Knorpels durch die Untersuchungen von Kühne, Tillmanns u. A. dargethan worden ist. Auch die Methode Heidenhain's (17) die Zellenterritorien durch Zerklüftung und Auflockerung der Zwischensubstanz zu isoliren, stellte mir Erfolg in Aussicht.

Ich wandte zunächst alle Reagentien, die zur Darstellung der Fasern angegeben sind, an, in der Hoffnung, auch die Canäle darstellen zu können, ohne dass dieselben den von mir erzielten Zweck gehabt hätten. Nur bei der Pepsinverdauung fanden sich Andeutungen solcher intercapsulärer Gänge.

Es traten vereinzelt zwischen je zwei Kapseln feine, sie ver-

---

1) Die schön ausgeführten Abbildungen hat Herrr Cand. med. Köhne angefertigt. Ich spreche ihm dafür an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aus.

bindende geschlängelte Fasern auf, deren Verwechslung mit faseriger Grundsubstanz nicht wohl möglich war, da sie deutlich aus der Kapsel hervorgingen. An ihnen waren aber weder doppelter Contour, noch auch querdurchschnittene lumina bemerkbar, so dass ich auch von dieser Methode Abstand nehmen musste.

Eben so wenig führten mich Macerationen in Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure verschiedener Concentration zu einem Resultat.

Weiter versuchte ich die Canälchen mit Luft zu füllen, wie bei Knochen und Zahnröhrchen. Es gelingt leicht feine Knorpelschnittchen zu trocknen, ohne dass Risse darin entstehen, wenn man sie feucht auf einem Objectträger sorgfältig ausbreitet und dann mit einem Gläschen bedeckt. Die Flüssigkeit muss möglichst langsam verdunsten. Beobachtet man dann unter dem Mikroskop, dass eine Reihe von Kapseln, wohl die durch den Schnitt geöffneten mit Luft erfüllt sind, so schliesst man das Praeparat nach der bekannten Methode in recht rasch erstarrenden Balsam ein. Es fanden sich ausser den vollkommen mit Luft gefüllten Kapseln zwischen ihnen und streckenweise nur solche, an denen der Contour der Kapsel noch deutlich erkennbar, dagegen die Zelle vollkommen verblasst war. (Vergl. Fig. II.) Bei schwacher Vergrösserung bemerkte man im Bereiche des Kapselcontour's feine stark lichtbrechende Pünktchen. Ihre Vertheilung und Anzahl war so regelmässig, dass eine Verwechslung mit feinen Fetttröpfchen ausgeschlossen werden konnte. Mit stärkeren Linsen (Hartn. Obj. 9. a. Immers. Nobert 6) erscheinen diese Pünktchen scharf umrandet und drehrund. Centrum und Peripherie waren von einander scharf abgegrenzt, sowie der ganze Ring von dem umgebenden Kapselgewebe. Ich stehe daher nicht an, sie für die in Kapsel einmündenden Canäle zu halten, die mit Luft gefüllt sind. Täuschend ähnlich ist ihr Verhalten dem querdurchschnittener Zahnröhrchen auf Schliffen, wenn man erstere bei starker, letztere bei ganz schwacher Vergrösserung betrachtet. Die lumina der Zahnröhrchen sind im Durchmesser etwa 6 mal grösser, als die der beschriebenen Canälchen. Eine weitere Vertheilung der Canälchen war nach dieser Methode nicht zu ermitteln.

Ganz frappirende Objecte erhielt ich durch Behandlung des Knorpels mit Aether. Ich legte feine Knorpelschnittchen in ein Uhrschälchen mit Aether und liess denselben soweit verdunsten, dass die Schnittchen immerhin noch feucht blieben. Sie wurden

dann auf einem Glase ausgebreitet, was mit grosser Sorgfalt geschehen muss, weil sonst leicht Risse und Falten entstehen.

Während dessen verdampfte der Aether vollkommen und es wurde ein Tropfen Collodium, als Einschlussmasse, benutzt. Man erkennt in Fig. III die Knorpelkapseln nach Innen scharf contourirt und gegen die undeutliche, wohl auch geschrumpfte Zelle durch einen lufterfüllten, ovalen Ring scharf abgeschlossen. Von den Kapseln aus ziehen nach allen Richtungen hin radiär doppelt contourirte Fasern, grösstentheils bündelweise geordnet, wie Hertwig (22) auch am Knorpel des Primordialcranium der Amphibien beobachtete. Dieselben communiciren einmal durch kleine Nebenäste untereinander, dann aber auch deutlich mit denen benachbarter Kapseln. Ausserdem bemerkt man querdurchschnittene Canälchen, die in anderen Ebenen verlaufen. Sie gleichen vollkommen den in Fig. II beschriebenen. Häufige Wiederholungen der Versuche, bei denen immer dieselben Bilder entstehen, lassen wohl den Verdacht, ein Kunstproduct vor sich zu haben, nicht aufkommen. Der Unterschied zwischen Rissen und Gängen ist leicht zu erkennen, da man an weniger sorgfältig behandelten Praeparaten beide Bilder neben einander hat.

Weitere Versuche mit den gangbaren Reagentien machte ich nicht. Die sich widersprechenden Erfahrungen verschiedener Forscher, die nach denselben Methoden gearbeitet haben, ermuthigen wenig zu einer Wiederholung. Nur verdünnte Lösungen von Chromsäure, wie sie Henoque (19) zur Darstellung von den Canälchen angewandt, habe ich, jedoch ohne Erfolg, versucht.

Hingegen gebrauchte ich, um Corrosionspraeparate der Canälchen zu bereiten, die Chromsäure in erheblich starken Concentrationen, was mich zu folgenden Ergebnissen führte.

Es wurden zunächst Epiphysenknorpel von Fussgelenken grosser Kälber mit den darunter liegenden Knochenparthien abgesägt und in Wachs so eingeschmolzen, dass nur der hyaline Knorpel, an dem sich kein Synovialüberzug befand, unbedeckt blieb. Diese Stücke wurden in verschieden starke Chromsäurelösungen gebracht. Durch concentrirte Säure wird schon in sehr kurzer Zeit, kaum einer halben Stunde, der Knorpelmantel aufgelöst, so dasss der Knochen vollkommen entblösst ist. Bei grösserer Verdünnung der Säure tritt in entsprechend längerem Zeitraum dasselbe ein. Der Bodensatz wurde sorgfältig mit grossen Mengen destillirten

Wassers ausgewaschen und mikroskopisch untersucht. Der grösste Theil bestand aus Krystallen, Verbindungen von Schwefelsäure (bekanntlich häufige Verunreinigung der Chromsäure) mit Knorpelsalzen. Zwischen diesen waren zahlreiche Reste von Knorpelmasse enthalten, die sich bald als isolirte Zellen, bald als die an der Ossificationsgrenze gelegene, wie bekannt, eigenthümlich veränderte und resistente Zwischensubstanz präsentirte. Ich fand ferner öfter feine Netzwerke von stark glänzenden Balken gebildet, mit weiteren oder engeren Maschen. Diesem letzten Befunde glaubte ich nachgehen zu müssen, in der Hoffnung in ihm das Canalsystem vertreten zu sehen.

Bei dieser Methode war es natürlich unmöglich, die Knorpel vorher zu untersuchen oder die Lage zu bestimmen, aus denen die Netzwerke stammten. Ich nahm daher die Zerstörung des Knorpels unter dem Mikroskope vor und hatte dabei gleichzeitig den Vortheil, den Einschmelzungsprozess beliebig unterbrechen zu können. Am geeignetsten zu diesen Versuchen fand ich eine Lösung von 2 Theilen der concentrirten Lösung auf 1 Theil Wasser. Bei der concentrirten geht der Process so rapide vor sich und der Knorpel wird so stark gebräunt, dass eine genaue Untersuchung nicht gut möglich ist. Schwächere Lösungen erfordern unnütz lange Zeit.

Das Material endlich entnahm ich ganz frischem Gelenkknorpel vom Fuss grosser Kälber.

Von diesem Gelenkknorpel entfernte ich die oberste Schicht, die ich in Folge der physiologischen Abnutzung für so verändert halte, dass ein Rückschluss auf das übrige Knorpelgewebe meiner Ansicht nach nicht zulässig ist. Aus den sodann angefertigten feinen Schnitten suchte ich mir solche aus, an welchen die Zellen nicht gar zu dicht standen, in denen auch möglichst wenig proliferirende Zellen vorhanden waren. Dem Präparat wurde die oben genannte Chromsäurelösung zugesetzt und dasselbe bei Hartn. Oc. 3 Obj. 8 beobachtet.

Vom Rande her erfolgt alsbald eine Einschmelzung, die Zwischensubstanz wird aufgelöst, dadurch die Knorpelzellen zuerst isolirt, dann gleichfalls zerstört. Während der Durchtränkung des Präparates entsteht regelmässig in einiger Entfernung von den Randpartieen eine sich deutlich markirende Zone von Zellen, deren Zwischensubstanz fein längsgestreift erscheint, wie sie Boll (4) für den Kopfknorpel von Sepia beschreibt. Die Streifung

rührt von auftretenden leicht geschlängelten Fasern her, die meist bündelförmig, diametral an den Kapseln entspringend, zu denen benachbarter Kapseln verlaufen. Ausser diesen Hauptursprungsstellen kommen noch zahlreiche in anderer Richtung gelegene Fasern oder Faserbündel zur Anschauung. Ganz ebenso beschreibt sie O. Hertwig (22) für gewisse Stellen im Knorpel der Amphibien. Die Fasern sind deutlich doppelt contourirt, überschreiten nie mehrere Knorpelkapseln, sondern laufen von einer ausgehend zu denen benachbarter hin und verbinden sich stets durch Querästchen untereinander.

Allmählich geht der erwähnte Auflösungsprocess in der Richtung von der Peripherie nach dem Centrum in derselben Weise vor sich. Die faserige Zellenzone, welche sich gebildet hatte, wird eingeschmolzen, eine weitere entsteht nach innen und so fort, bis das ganze Knorpelstückchen zerstört ist. Eine solche Zone ist in Fig. IV abgebildet. Die Zwischensubstanz ist aufgelockert, erscheint krümlich und in ihr sieht man dann die zahlreichen oben beschriebenen Fasern verlaufen.

Leydig (28) hat schon vor langer Zeit im Kopfknorpel der Plagiostomen Knorpelzellen beschrieben, die sich in netzförmig unter einander verbundene Canäle entwickeln und so eine Art Röhrensystem des Knorpels darstellen [1]). Weitere Mittheilungen finden sich hierüber bei Bergmann (3), Hensen (20), Boll (4), O. Hertwig (22), Ranvier (36), Fürbringer (13), Nykamp (33) u. a.

Für den hyalinen Knorpel machen ähnliche Angaben auf Grund von Präparaten, die mit Metallsalzen, Farbstoffen etc. behandelt sind: Bubnoff (6), Heitzmann (18), Löwe (30), Henoque (19), Petrone (34), v. Ewetzky (10), Flesch (12), Nykamp (33) u. a.

Die Entdeckung von porösen Kapseln im elastischen Knorpel durch H. Müller (32) wird unter Andern von O. Hertwig

---

1) Schon Lebert (27) und Robin beschreiben die Intercellularsubstanz des Cephalopoden-Knorpels als „gestreift und faserartig", wie es bereits 1844 Kölliker (24) für manche Stellen desselben Objects angegeben hat. (Wahrscheinlich der Ausdruck der Canäle.) 1850 hat dann Queckett (35), dessen Arbeit ich nur aus Citaten kenne, auf die Knorpelkanäle bei Cephalopoden aufmerksam gemacht.

(21) bestätigt und vervollständigt. Er fand nämlich ein reich entwickeltes System feinster Porencanäle.

Nach der Untersuchung einer grossen Menge Hyalinknorpel an seinen mannichfachen Fundorten, in verschiedenen Entwickelungstadien und bei verschiedenen Thierclassen, scheint mir für vorliegende Arbeit die patella junger Individuen von Interesse zu sein.

An Querschnitten durch die Kniescheibe von menschlichen Embryonen und einem $1^1/_4$ j. Kinde beobachtete ich zahlreiche Knorpelzellen mit Fortsätzen versehen, die Anzahl derselben ist meist zwei, oft drei und mehr, die in verschiedenen Ebenen liegen. Diese zarten Protoplasmafortsätze der Zellen liegen in der noch von keiner sichtbaren Kapsel umschlossenen Grundsubstanz, die also entweder spindelförmige oder gezackte, sternförmige Lücken als Lagerstätten für die so gestalteten Zellen darbietet. Von den Spitzen dieser Zacken aus setzt sich ein Canälchen zu den Spitzen benachbarter fort und verbinden auf diese Weise die Knorpelzellen untereinander. Die Canälchen erscheinen also anfangs breiter, so weit Zellprotoplasma in ihnen enthalten ist, werden dann äusserst fein, um schliesslich wieder sich zur Aufnahme eines Zellausläufers zu erweitern. Dass sich die Zellausläufer untereinander verbinden, dass also auch an den schmalsten Stellen der Canäle Protoplasma sich vorfindet, habe ich nicht constatiren können. Jedenfalls stimme ich Retzius (37), der dasselbe Object untersucht hat, darin bei, dass die Zellen nicht durch Ausläufer communiciren, die man selbst bei starken Vergrösserungen mit Sicherheit als solche ansprechen kann. In diese Categorie gehören wohl auch die sternförmigen Zellen, die Kölliker (25) im Kehlkopfknorpel des Ochsen an besonders weichen Stellen fand. Sehr schön sieht man diese Verhältnisse auch an den Zellen in Enchondromen, die von v. Recklinghausen, Virchow, Grohé und Anderen beschrieben sind. In die schön entwickelten sich vielfach verästelnden Canäle erstrecken sich oft weithin die Protoplasmafortsätze der Zellen. Die Durchmusterung solcher Präparate gestattete mir gütigst Herr Prof. Grohé, wofür ich ihm meinen Dank ausspreche. Leicht zu erkennende Communicationen der Zellen unter einander fand Colomiatti (8) am Gelenkknorpel, deren Vorhandensein Waldeyer (40) und Alexander (40) bestätigten. Häufig habe ich dieselben bei meinen Injectionen der Knorpel von Masse umgeben gefunden, so dass

ein recht zierliches Netzwerk die einzelnen verband. Heitzmann (18) sah an den Silberbildern auch bei dem gewöhnlichen ausgebildeten hyalinen Knorpel in allen Röhrchen Fortsätze hineinragen, Hertwig (21) an anderen Objecten nur selten. Mir ist nie geglückt, etwas Derartiges an dem fertigen hyalinen Knorpel zu beobachten.

Ich habe in Fig. V die oben beschriebenen Bilder, die ich bei Untersuchung der patella gesehen, wiedergegeben und zwar bei ziemlich starker Vergrösserung. Mit schwächeren Linsen betrachtet, erscheint ein Complex dieser Zellen genau so, wie die durch die Chromsäure-Einwirkung entstandene Zone. (Vergl. Fig. IV.) Auch hier erscheint in der Zwischensubstanz ein zierliches, von Zelle zu Zelle ziehendes Fasersystem.

Um die Controle meiner Angaben zu ermöglichen, sei hier kurz die Untersuchungsmethode mitgetheilt. Die Kniescheiben wurden möglichst frisch 24 Stunden lang in Müller'sche Flüssigkeit gebracht, dann Schnitte davon einige Augenblicke in Eosinlösung (genau nach der Vorschrift von Fischer hergestellt) getaucht, bis intensive Rothfärbung eingetreten war. Dieselben wurden in aqu. ausgewaschen und in einem Schälchen mit Kali acetic. so lange belassen, bis das Präparat keinen Farbstoff mehr abgab und hübsch rosa aussieht. Die Untersuchung geschieht gleichfalls in Kali aceticum, da Glycerin (Loewe) oder gar Balsam zu stark aufhellen.

Meine weiteren Versuche mit der Chromsäure gingen nun darauf aus, den Einschmelzungsprocess zu unterbrechen, um die verschiedenen Stadien genauer untersuchen und die Canälchen isoliren zu können. Sobald an Präparaten die oben beschriebene Zonenbildung eingetreten, aber noch nicht bis zur Mitte fortgeschritten ist, warf ich das ganze Präparat in eine grosse Schale mit Wasser, hob das Deckglas ab, wodurch die Einwirkung der Chromsäure sofort sistirt wird. Ich brachte dann das Knorpelstückchen in eine zweite Schale und pinselte es eine Zeit lang ab, um die zerstörten peripheren Schichten vollkommen zu entfernen. Das Präparat wurde dann auf neuem Objectträger und unter einem neuen Deckglas in Kali aceticum untersucht. Es ist nothwendig, diese Methode so eingehend zu beschreiben, theils um diejenigen, welche die Arbeit controlliren, vor Täuschungen zu bewahren, theils um mich von vorn herein gegen den Vorwurf zu

schützen, Kunstproducte, als Canälchen angesehen zu haben. Die durch die Chromsäure aufgelöste Knorpelsubstanz nämlich bildet eine schleimig zähe Masse, in der noch vereinzelte Knorpelzellen gelegen sind. Es entstehen auf diese Weise um die Zellen herum netzartige Ansammlungen dieser Masse, die zu Täuschungen Veranlassung geben können. Sie finden sich in grosser Anzahl auf dem zuerst benutzten Objectträger, lassen sich aber nicht auf einen Anderen übertragen und werden naturgemäss durch das Auspinseln zerstört. Jeder, der beide Bilder neben einander gesehen hat, wird auf den ersten Blick den Unterschied zwischen dem Kunstproduct und dem wirklichen Canalsystem erkennen.

Den besten Einblick in das überraschend stark ausgebildete Netzwerk erhält man an Stellen, wo der Zerfall der Grundsubstanz soweit vorgeschritten ist, dass sie aufgelockert, aber noch nicht entfernt ist, die Zellen zwar stark granulirt, aber noch ganz in ihrer Form und Lage erhalten und deutlich erkennbar sind. In Fig. VI ist eine Lage dieser Zellen und des Canalsystems wiedergegeben. In dem Präparat sind mehrere Lagen übereinander, so dass man bei jeder neuen Einstellung eine neue Lage dieses Netzwerks sieht und das einen Einblick in die ungemein zahlreichen Saftwege gewährt. Bei der Zeichnung ist der Deutlichkeit halber die krümlige Zwischensubstanz weggelassen, sonst entspricht dieselbe aber genau dem natürlichen Verhalten.

Von der Zellumgebung geht radienartig eine grosse Anzahl Canäle aus, die zunächst unter sich ein zierliches, die Knorpelzellen umspinnendes Netz bilden. Es sind dies die von jeder Zelle beherrschten Territorien Virchow's, die Heidenhain durch Zerklüftung der Grundsubstanz isolirt dargestellt hat. An den Randpartheien dieser Canalsysteme findet dann gleichfalls durch zahlreiche Aestchen eine vollständige Vereinigung dieser unter einander statt, so dass wohl die Communication aller Territorien eine sehr ausgebildete und dabei doch das von jeder Zelle dominirte Ernährungsgebiet scharf abgegrenzt erscheint. Am meisten entsprechen meine Bilder der für Cephalopodenknorpel beigegebenen Abbildung Fürbringers (13).

Durch anhaltendes, natürlich schonendes Abpinseln lässt sich auch ein grosser Theil dieser halb zerfallenen, gelockerten Zwischensubstanz entfernen. Man kann sich bei der nöthigen Geduld das Netzwerk auf verhältnissmässig grosse Strecken freilegen.

Kleine Stücke erhält man leicht an jedem Präparat, an dem sich dann die verschiedenen Stadien verfolgen lassen. An solch ganz reinen Präparaten (vergl. Fig. VII) erscheint ein Netzwerk von scharf umschriebenen Balken, die auf den ersten Anblick in der mannichfachsten Weise untereinander laufen. Dies wirre Bild rührt davon her, dass wegen der fehlenden Zwischensubstanz eine ganze Reihe von Zelllagen fast gleichzeitig im Gesichtsfeld zu Tage tritt. Zwischen ihnen erkennt man noch in geringer Anzahl deutliche, wenn auch stark geschrumpfte Knorpelzellen. Bei genauer Untersuchung eines solchen Präparates sieht man ovale, von einem schmalen Ring umgrenzte Lücken, die entweder leer sind, oder noch eine Knorpelzelle enthalten. Diese Lücken sind in ihrer Form so typisch, dass man sie auch, wo die Knorpelzellen fehlen, leicht erkennen kann. Zwei solcher sind in der Fig. mit a bezeichnet. Der Abstand derselben von einander entspricht dem der Zellen am intacten Knorpel. Von diesem Ring aus gehen radiär wieder Balken ab, durch zahlreiche Nebenäste unter einander und mit anderen von benachbarten Lücken in Verbindung tretend. Sie bilden so wieder ein Netzwerk, dessen Maschen durch seine Unregelmässigkeit sich leicht von den ovalen Lücken, den Centralpuncten für die Canälchen unterscheiden lässt. Vielfach steigen Aestchen in die Tiefe und in grosser Anzahl findet man quer durchschnittene lumina, die kleine, runde Kreise darstellen und mit denen in Fig. II. gezeichneten vollkommen übereinstimmen. Ist die Auflösung über das Maass herausgegangen, so erscheint das Netzwerk an vielen Stellen weitmaschiger, weil eine Anzahl Zwischenbalken zerstört sind, deren Rudimente, wie feine Zacken hier und da an den Begrenzungsbalken vorstehen. Eine weitere Frage ist die, wie man sich die ovalen Ringe um die Lücken herum zu erklären habe. Sie für Kapselausschnitte zu halten, geht nicht wohl an, da ich dort, wo die Zellen fehlen, niemals den Grund einer Kapsel bemerken konnte. Sie sind auch in ihrem mikroskopischen und chemischen Verhalten den Canälchen so vollkommen gleich, sie sind ferner ebenso breit, so dass ich sie eher für sehr früh auftretende Verbindungsäste zwischen den radiär abgehenden Canälchen halten möchte.

Man muss sich also, nehmen wir die letztbesprochene Möglichkeit, als die wahrscheinlichere an, den Verlauf der Canälchen folgendermassen vorstellen: Von der Kapsel gehen radiär die Ca-

nälchen aus, scharf gegen die Kapselwand abgegrenzt. Vielleicht schon im Bereich der Kapsel, jedenfalls dicht ausserhalb derselben treten Verbindungäste auf, so dass, wenn man sich das Bild vervollständigt, die Zelle von einem korbartigen Geflecht solcher Gänge umgeben ist, das sich der Form der Zelle anpasst und daher die regulären Lücken darstellt. Im weiteren Verlauf der radiären Canälchen treten immer mehr Zwischenbalken auf, bis die Canälchen schliesslich mit denen benachbarter Kapselsysteme ein engmaschiges Netz darstellen.

Was endlich das Material, aus dem die Canälchen aufgebaut sind, anlangt, so glaube ich, dass hier wie bei Knochen- und Zahnröhrchen eine eigenthümlich modificirte Grundsubstanz die Wandung abgiebt. Zu dieser Annahme berechtigt die grössere Resistenz der Canälchen gegen die Chromsäure, die scharfe Abgrenzung selbst gegen die Substanz der Kapsel und eine grosse Widerstandsfähigkeit gegen zugesetzte Kalilauge.

Die scheinbaren Differenzen in der Austrittsart der Canälchen aus den Kapseln, welche sich bei Ansicht der Fig. III und IV mit der von VI und VII zeigen, rühren davon her, dass die Maceration nicht mit gleicher Stärke bei beiden eingewirkt hat oder bei der Aetherbehandlung nicht alle Röhrchen zum Vorschein gekommen sind.

Somit glaube ich die Existenz eines eigenen, festbegrenzten Röhrensystems im hyalinen Knorpel nachgewiesen zu haben, in dem im Leben Ernährungsflüssigkeit circulirt und das mit grösseren Lymphstämmen unzweifelhaft zusammenhängt, wenn auch die Art und Weise des Zusammenhangs noch nicht ermittelt ist (vergl. meinen Aufsatz pag. 72. 1). Es gehört also auch in seinen Ernährungsverhältnissen der Knorpel mit Fug und Recht zur Gruppe der Bindesubstanz und gleicht in diesen Vorrichtungen am meisten der ebenfalls gefässlosen, aber an Saftbahnen sehr reichen Cornea.

Nachweis der benutzten Literatur.

1) Arnold, Jul.: Zur Kenntnisss der Saftbahnen des Bindegewebes. Virchow's Archiv Bd. 68. 1873.

2) Derselbe: Die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons im Knorpelgewebe. Dasselbe Archiv Bd. 73. 1878.

3) Bergmann, Disquisitiones microscopicae de cartilaginibus, in specie hyalinicis Diss. Dorpat 1850.

4) Boll: Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Dieses Archiv Bd. 4. Suppl. 1869.
5) Brückner: Ueber Eiterbildung im Hyalinknorpel. Diss. Dorpat 1873.
6) Bubnoff: Beiträge zur Kenntniss der Struktur des Knorpels. Wiener Sitzungsb. Bd. 57. Th. I. 1868.
7) Budge, Albr.: Die Saftbahnen im hyalinen Knorpel. Dieses Archiv Bd. 14. 1877.
8) Colomiatti: Sulla struttura delle cartilagini ialine e fibro elastico reticulate. Rivista clinica di Bologna N. 5 1874. Nach einem Bericht von Waldeyer im Jahresb. von Virchow und Hirsch 1874.
9) Deutschmann: Ueber die Entwickelung der elastischen Fasern im Netzknorpel. Diss. Erlangen 1873.
10) v. Ewetzky: Entzündungsversuche am Knorpel. Untersuchungen aus dem pathologischen Institute in Zürich. 1875.
11) Flesch: Tageblatt der 49sten Versammlung der Naturforscher und Aerzte. 1876.
12) Derselbe: Ueber Ernährungswege und Resorptionsvorgänge im Hyalinknorpel. Würzburg. naturw. Zeitschrift N. F. X. 1877.
13) Fürbringer: Ueber das Gewebe des Kopfknorpels der Cephalopoden. Morphologisches Jahrbuch Bd. 3. 1877.
14) Genzmer: Ueber die Reaction des hyalinen Knorpels. Centralblatt für Chirurgie 1875.
15) Derselbe: Virchow's Archiv Bd. 67. 1876.
16) Gerlach, Leo: Ueber das Verhalten des indigschwefelsauren Natrons im Knorpelgewebe lebender Thiere. Habilitationsschrift Erlangen 1876.
17) Heidenhain: Zur Kenntniss des hyalinen Knorpels. Studien aus d. physiol. Inst. zu Breslau Hft. 2. 1863.
18) Heitzmann: Studien am Knochen und Knorpel. Wiener med. Jahrbücher 1872.
19) Henoque: Sur la texture des cartilag. articulaires. Gazette med. de Paris 1873.
20) Hensen: Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 15. 1865.
21) Hertwig, Oscar: Ueber die Entwickelung und den Bau des elast. Geweb. etc. Dies. Archiv Bd. 9. 1873.
22) Derselbe: Ueber das Zahnsystem der Amphibien etc. Dieses Archiv Bd. XI Suppl. 1874.
23) Keller: Beiträge zur feineren Anatomie der Cephalopoden. Diss. St. Gallen 1874. (Mir nur nach Fürbringers Citat bekannt.)
24) Kölliker: Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich 1844.
25) Derselbe: Handbuch der Gewebelehre. 3. Aufl.
26) Küttner: Die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons in den Geweben der Lungen. Centralblatt für med. Wissensch. 1875. N. 42.

27) Lebert und Robin: Kurze Notiz über allgemeine, vergleichende Anatomie niederer Thiere.
28) Leydig: Zur Anatomie und Histologie der Chimaera monstrosa. Müller's Archiv 1851.
29) Derselbe: Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Hamm 1857.
30) Löwe: Ueber eine eigenthümliche Zeichnung im Hyalinknorpel. Wiener med. Jahrbücher 1874.
31) Maas: Ueber das Wachsthum und die Regeneration der Röhrenknochen. v. Langenbeck's Archiv für klinische Chirurgie Bd. 20 Hft. 4.
32) Müller, H.: Ueber verkalkte und poröse Kapseln im Netzknorpel des Ohrs. Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. 1. 1860.
33) Nykamp: Beitrag zur Kenntniss der Struktur des Knorpels. Dieses Archiv Bd. 14. 1877.
34) Petrone: Communicazioni priventive sull' inflammazioni della cartilagine etc. Rivista clinica di Bologna 1872. (Nach einem Referat des Jahresberichtes von Hoffmann und Schwalbe 1874.)
35) Queckett: Catalogue of the histological series in the Museum of the Royal College of Surg. 1850. (Nach einem Citate Ranvier's.)
36) Ranvier: Traité technique d'histologie. Paris 1875.
37) Retzius: Bidrag till kanne domen om bruskräfnaden. Nord med. arkiv. Bd. IV (Referat von Retzius im Jahresbericht von Hoffmann und Schwalbe 1872.)
38) Sokolow: Ueber den Bau des Nasenknorpels. Journ. für normale und patholog. Histologie 1870. (Nach einem Citat von Arnold.)
39) Tizzoni: Sulla istologica normale e pathologica delle cartilagine ialine Archivio perle scienzi mediche II Fasc. (Nach einem Referat von Bizzozero im Jahresber. von Hoffmann und Schwalbe 1877.)
40) Waldeyer (und Alexander): Jahresbericht von Virchow und Hirsch 1874.

Die übrige, diesen Gegenstand behandelnde Literatur, findet sich in Arnold's, Gerlach's und meiner Arbeit zusammengestellt.

Greifswald, den 7. Aug. 1878.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

Fig. I. Mit Asphaltlösung durch Einstich von der synovialis aus injicirte Knorpelkapseln. In der Zwischensubstanz zahlreiche Farbstoffpartikel, die in den Canälchen gelegen sind. pag. 3. Gelenkknorpel vom Kalb. Vergr. Hartn. Oc. 3. Obj. 9. tr.

Fig. II. Im Knorpel sieht man eine Reihe von deutlich umgrenzten Kapseln. In diesen die Eintrittsstellen der mit Luft gefüllten Canälchen. Obj. und Vergr. wie Fig. I. pag. 4.

Fig. III. Mit Aether und Collodium behandelter Gelenkknorpel (Kalb). Die

Kapseln sind nach Innen durch einen scharfen Ring abgegrenzt, von denen aus die Canälchen entspringen. pag. 5. Vergr. Hartn. Oc. 3. Obj. 8.

Fig. IV. Ein Knorpelschnitt mit Chromsäure behandelt zeigt das Auftreten der Canälchen in der vorher homogenen Grundsubstanz. pag. 7. Verg. Hartn. Oc. 3. Obj. 7. Dasselbe Obj. wie oben.

Fig. V. Querschnitt durch die patella eines menschlichen Embryo (14 cm. Rumpflänge). Zellen mit Ausläufern, die sich ein Stück weit in die sie verbindenden Canälchen hinein erstrecken. pag. 9. Vergr. Hartn. Oc. 3. Obj. 9. tr.

Fig. VI. Das durch Chromsäure dargestellte Canalsystem im Gelenkknorpel vom Kalb. Die krümliche und aufgelockerte Zwischensubstanz ist der Deutlichkeit halber fortgelassen. pag. 10. Vergr. wie Fig. V.

Fig. VII. Das Canalsystem durch Chromsäure isolirt. a Lücken, aus denen die Zellen herausgefallen sind. Zwei Lücken mit den darin enthaltenen Knorpelzellen. Obj. und Vergr., wie Fig. V. pag. 11.

Ueber die sogenannte ungestielte oder Morgagnische Hydatide.

Von

Dr. **Ludwig Löwe**

in Berlin.

Ueber die ungestielte Hydatide Morgagni's existiren bis jetzt vier Deutungen. C. Krause und Huschke halten dieselbe für ein accessorisches Fettläppchen, resp. für eine Zotte der Serosa. La Valette St. George, Luschka (Virchow's Arch. VI. S. 311), O. Becker (Moleschott's Unters. II. S. 83) und M. Roth (Zsch. f. Anat. u. Entwgesch. II. Bd. p. 128) erklären sie für ein Vas aberrans des Nebenhodens. Fleischl (Centrb. 1871, No. 4) und W. Krause (Lehrbuch S. 265) betrachten sie als Ovarium masculinum. W. Waldeyer endlich (Arch. f. mikr. Anat. XIII. Bd. S. 278) erblickt in ihr das Homologon der Tube. Ich muss mich

letzterer Anschauung aus folgenden Gründen anschliessen: Bei Kaninchen-Embryonen von 1 dem Körperlänge kann man an Horizontal- und Sagittalschnitten 1) deutlich die vielfach gelappte, dem Pavillon einer Tube vergleichbare Abdominal-Oeffnung der Morgagni'schen Hydatide constatiren. Diese Beobachtung stimmt mit der Angabe Waldeyer's überein, wonach ähnliche Dinge manchmal noch bei neugebornen Menschen an sorgfältig ausgespannten Präparaten unter Wasser zu erkennen sind; 2) communicirt der kurze Kanal der Morgagni'schen Hydatide allerdings mit den Quergängen des Wolff'schen Körpers, aber zu einer Zeit, in der letztere anscheinend (?) noch nicht mit den Kanälen des Hodens in Verbindung stehen; folglich kann die ungestielte Hydatide nicht wohl ein durch Secret bewirktes Divertikel des Wolff'schen Körpers sein. Die Communications-Oeffnung des Ganges der Morgagni'schen Hydatide mit den Kanälen des Wolff'schen Körpers ist keine einfache, sondern der ursprünglich einfache Hydatiden-Kanal ist vielmehr an seinem untersten Ende in mehrfache ganz enge und kurze Schenkel zerspalten, deren jeder gesondert in einen der obersten Kanäle des Nebenhodens mündet. Dieser eigenthümliche Befund hat mich zuerst auf die Idee gebracht, dass man es hier möglicherweise mit dem Homologon jenes Abschnittes der Niere niederer Wirbelthierklassen (Selachier, Amphibien) zu thun haben dürfte, der zugleich Harn- und Saamen leitender Apparat ist. In beiden Fällen öffnen sich Einstülpungen der Bauchhöhle (Peritonealtrichter, Pavillon der Tube) durch kurze Gänge in den oberen Abschnitt der Urniere. Eine nähere Ueberlegung zeigt aber, dass folgender wichtige Umstand gegen diese Vermuthung spricht: Die weibliche Tube entsteht aus einer einzigen Einstülpung (Braun, Urogenitalsystem der Reptilien in Sempers Arb. 1877), die Kanäle des oberen Abschnittes der Urniere, die zugleich Harn- und Saamenleitend sind, stehen dagegen bei den beregten niederen Wirbelthieren immer mit mehreren Peritonealtrichtern in Verbindung. Bis dieser Widerspruch nicht durch ein erneutes, nachgerade sehr nothwendig gewordenes Studium der Entwicklung der Amnioten-Tube gelöst ist, ist keine andere Deutung möglich als die von Waldeyer gegebene, die ausserdem noch den grossen Vorzug hat, dass sie die einfachste und mit allen bisherigen Beobachtungen am leichtesten in Einklang zu bringende ist. Denn erstens erklärt sich durch sie das Vorhandensein des Flimmer-

epithels, zweitens gestattet sie die von Fleischl für ovarialschlauchartige Einsenkungen des Keimepithels gehaltenen Bildungen auf die Durchschnitte durch die Fransen der Tube zurückzuführen, drittens erklärt sie das Vorhandensein des Verbindungskanals zwischen Morgagni'scher Hydatide und Wolff'schem Körper.

(Aus dem histologischen Laboratorium der Universität München.)

Die elastische Faser des Ligamentum nuchae unter der Pepsin- und Trypsineinwirkung.

Von

Dr. Ph. Pfeuffer.

Hierzu Taf. II.

Zu den hier vorliegenden Verdauungsversuchen wurde eine Pepsin-Glycerinlösung benutzt. Der Gehalt an wirksamen Bestandtheilen derartiger Präparate ist verschieden; das Verhältniss von 2 Tropfen Pepsinglycerin auf 2 Gramm Säurewasser wurde nach mehrfachen Aenderungen beibehalten. Die Temperatur mit 40 bis 42° C. durchschnittlich wurde von einer Gasflamme hergestellt. Als Säurewasser wurde nach dem Vorschlage Kühne's[1]) 0,3 % Oxalsäurelösung benutzt.

Die Trypsinmischung wurde gleichfalls nach Kühne's Angaben bereitet, d. h. es wurde das feingepulverte Trockenpankreas nach der Vorschrift desselben angefertigt und ein Theil des Prä-

1) Anleitung zur Verwendung der Verdauung in der Gewebsanalyse. Separatabdruck aus den Untersuchungen aus dem physiologischen Institute der Universität Heidelberg. Bd. I. Heft 2. (Verlag von C. Winter.)

parates mit 5 Theilen Salicylsäurewasser von 0,1 % vier Stunden lang bei einer Temperatur von 40° C. digerirt und dann abfiltrirt. Auch Versuche mit einem Verhältnisse von 1 : 10 wurden angestellt, die Wirkung erschien dabei nur eine Verzögerung zu erleiden. Die hier nothwendige Desinfection des Warmraumes wurde durch Einstellen eines Gefässes mit roher Carbolsäure erreicht.

Die Fibrinwirkung des Trockenpankreaspräparates war übrigens nicht so energisch, wie nach Kühne's Angaben erwartet wurde. Der Zerfall einer Flocke des Blutfibrins war von einer 16,6 % Lösung in 10 Minuten eingeleitet, die Lösung in 20 bis 30 Minuten bis auf einen gewissen stets verbleibenden Rückstand meist vollendet. Zur Prüfung wurde 0,1 bis 0,2 Gramm ausgewaschenes und mit den Fingern ausgepresstes Fibrin benutzt und von der Trypsinmischung soviel darauf gegossen, dass das Fibrin gerade bedeckt war.

Die Verdauung der Gewebe mit den erwähnten Substanzen bietet eine vortreffliche Methode, um den Bau dieser mikroskopischen Kunstwerke zu erforschen, besonders deshalb, weil sie langsam, so zu sagen vorsichtig, die Zerlegung einleiten und weiterführen. Diese langsame Abtragung des histologischen Baues, namentlich der elastischen Fasern, erlaubt zunächst Schlüsse auf ihre gegenwärtige Zusammensetzung, vielleicht sogar auch auf ihren früheren Aufbau.

Die prächtigen Zerklüftungsbilder der elastischen Faser vom Ochsen, die so leicht mit Pepsin herzustellen sind, lassen sich bekanntlich bis zu einem gewissen Grade auch auf andere Weise erzielen; so hat sie schon H. Müller [1]) in Folge von Maceration mit Wasser kennen gelernt, und Schwalbe hat ihrer und überhaupt der Literatur über die elastische Faser in seiner schönen Abhandlung [2]): „Beiträge zur Kenntniss des elastischen Gewebes" ausführlich erwähnt und am Schlusse noch beigefügt, dass His, Kühne mit Ewald und ferner Burg, unter Leitung A. Budge's dieselben Darstellungen mittelst Pepsin erhielten. Anzuführen wäre noch nach Kühne's Angabe, dass auf Brücke's Veranlassung zuerst Andrejewicz überhaupt die histologische Verdauungsmethode an-

1) Siehe Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift I S. 162.
2) Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte Bd. II.

gewandt habe, dass später in Ludwig's Laboratorium Pepsin zur Darstellung elastischer Faserzüge und zur Auflockerung des Bindegewebes benutzt wurde, dass Miescher das Nuclein der Kerne durch Verdauung isolirte und dass Morochowetz Verdauungsversuche mit Keratin anstellte. Zu erwähnen bliebe ferner, dass die oben genannte unter Leitung A. Budge's ausgeführte Arbeit Burg's als Dissertation im October 1876 erschien und über elastisches Gewebe, Bindegewebe, Sehnen, Knorpel, Knochen, Muskeln und Nerven unter der Pepsineinwirkung handelt.

Die vorliegende Arbeit habe ich unter Leitung des Herrn Professor Kollmann ausgeführt und ergreife ich diese Gelegenheit, demselben meinen innigen Dank auszusprechen.

Bevor ich zur Schilderung der Verdauungsversuche übergehe, habe ich noch die mikroskopischen Präparate elastischer Fasern, der drei wichtigen Altersstufen des Ligamentum nuchae, zunächst ohne Einwirkung von Reagentien und Verdauungsstoffen zu schildern, da es für die Auffassung der Verdauungserscheinungen nicht ohne Belang sein dürfte.

Man kann mit dem Mikroskop unterscheiden, ob ein Zupfpräparat des Ligamentum nuchae vom erwachsenen Ochsen, von einem ca. 1jährigen Rind oder vom Kalb herrührt; bekannt ist, dass das Nackenband vom Ochsen eine gelbere Farbe besitzt, als das vom Kalb. Das Mikroskop zeigt nun, dass 1) die elastischen Fasern des Ochsennackenbandes, wenn man die Präparate aus dem Innern des Bandes entnommen hat, 2, $2^1/_2$ und 3fache Breite gegenüber der Kalbsfaser besitzen; die Rindsfaser steht bezüglich ihres Durchmessers ungefähr in der Mitte. Diese letztere zeigt nämlich ca. 7,2 μ. Einzelne der Fasern vom einjährigen Rind werden bis 10 μ Breite. Die Ochsenfaser erweist regelmässig Dimensionen von 9—10 μ, nur einzelne gehen herab auf 7,2 μ. Die Kalbsfaser dagegen hat nur 2,7—3,6 μ Breite; 2) bemerkt man, dass sowohl an den Präparaten vom Ochsen als vom Rind ein fibrilläres, stark geschlängeltes Bindegewebe zwischen den elastischen Fasern sich demonstriren lässt, gleichviel ob man dasselbe frisch untersucht oder nach Liegen des Bandes in Weingeist, im letzteren Falle jedoch nach darauf gefolgtem Auswaschen in 0,6 % Kochsalzlösung. Es zeigen sich Kerne, durch Färbung mittelst Hämatoxylin, in diesem Zwischengewebe.

So leicht nun an beiden Altersstufen dieses zwischen den

elastischen Fasern sich durchschlingende Bindegewebe darzustellen ist, so schwer ist es oft, dasselbe an dem Kalbsnackenband sichtbar zu machen, denn hier gelingt es nur an vereinzelten Stellen, und auch da meist nur in geringer Menge dasselbe zu sehen. In diesem jugendlichen Nackenband ist jedoch oft ein anderes Gebilde bemerkbar, das aber kaum zu einer Verwechslung Veranlassung geben dürfte: Streifen mit zahlreichen grossen Kernen und deutlichen Kernkörperchen. Diese Kerne zeigen grosse Widerstandskraft gegen das Pepsin, so dass man sie noch lange in Folge ihrer Gestalt und reihenweisen Anordnung erkennen konnte. Es sind Gefässe.

Damit sind wir nun zur speciellen Schilderung der Pepsinverdauung gekommen und beginnen zunächst mit dem

I.

Ligamentum nuchae vom Ochsen (3—5jährige Thiere).

A. Verdauung mit Pepsin.

Verdauungsversuche ändern an einem mikroskopischen Zupfpräparate des Ligamentum nuchae vom Ochsen auf dem geheizten Objecttisch schon nach kurzer Zeit das bekannte Bild. Bei fortgesetztem Pepsinzusatz und Erneuerung des verdunsteten Wassers tritt nämlich eine Verschiebung der Fasern ein, um so leichter, weil das Deckglas durch zwei dicke Haare vom Objectträger entfernt gehalten werden muss, um den Zufluss neuer Pepsinlösung nach Abzug der mit verdauten Stoffen bereits gesättigten möglichst zu erleichtern, wenn man nicht die bei Stender in Leipzig angefertigten feuchten Glaskammern verwendet. Es stellt sich ferner heraus, dass die späteren Stadien der Verdauung sehr davon abhängig sind, ob man dickere oder dünnere Zupfpräparate angefertigt hat, und ebenso sind sie natürlich abhängig von höherer oder niederer Temperatur und von mehr oder minder fleissiger Erneuerung des Pepsins. Die hier gemachten Zeitangaben können daher nur allgemeine Anhaltspunkte bieten.

Das in 0,6 % Kochsalzlösung eingelegte Zupfpräparat vom Ochsenband wurde auf den geheizten Objecttisch gebracht. Von Eingangs beschriebener auf 40° C. erwärmter Pepsinlösung wurden nun einige Tropfen an den Rand des Deckgläschens gegeben, nachdem zuvor ein kleines Fliesspapierstreifchen an den entgegenge-

setzten Rand des Deckgläschen zum Abziehen des Kochsalzwassers angelegt worden war. Sobald die saure Pepsinlösung an die Faser gelangt, sieht man das obenbeschriebene fibrilläre Bindegewebe seine gekräuselte Beschaffenheit einbüssen, homogen, gallertartig und später wie ein die elastische Faser begleitender Schatten werden. Anfangs, so lange das Auge nicht hinreichend geschärft ist, entgeht dieser Schatten meist der Beachtung. Später kann vielleicht die Meinung entstehen, er sei direct aus der elastischen Faser hervorgegangen, und das um so leichter, da diese gequollene Masse lange in der Pepsinlösung sichtbar bleibt, so dass man unter Umständen nach 12 Stunden warmer Verdauung noch geringe Ueberreste von ihr an den Seiten der elastischen Fasern erblicken kann.

Die Pepsinoxalsäure bewirkt, wie schon erwähnt, das Homogenwerden des fibrillären Gewebes sofort und nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde treten am Rande der gequollenen Bindesubstanz kleine Tröpfchen von Punktform auf, welche Fettglanz zeigen.

Nach 1 Stunde und 10 Minuten ungefähr, zeigt sich an den elastischen Fasern die erste Andeutung von Querzerklüftung, indem sich von der Mitte aus helle linsenförmige Räume bilden, deren Breitendurchmesser quer zur Längsaxe steht, die aber wahrscheinlich anfangs nicht für Hohlräume zu erachten sind Fig. 1; denn es wird sich zeigen, dass der Auflösung durch Pepsin stets eine Aufhellung und ein Gallertigwerden der elastischen Faser vorausgeht. Die Dauer der hellen Querstreifen hängt ab von der Temperatur und von quantitativen Mischungsverhältnissen zwischen Gewebe und Pepsin-Säurewasser. Erst in späteren Stadien der warmen Verdauung werden diese Streifen zu wirklichen Spalten und mit der die elastischen Fasern umspülenden Verdauungsflüssigkeit erfüllt. Nach 1 Stunde und 40 Minuten[1]) wird die Querzerklüftung reichlicher, manche Fasern erscheinen aber noch völlig intact, hier und da auch mit einigen kurzen Längsconturen auf der Oberfläche, andere in Wirklichkeit sich theilend[2]). Einzelne der getheilten Fasern zeigten dann die Querspalten geöffnet, klaffend, und die einander correspondirenden Räume rufen an den Faserhälften das Bild einer Zahnstange hervor.

---

1) Fig. 1 auf Tafel II.

2) Fig. 1 a.

Von dem umgewandelten Bindegewebe waren jetzt nur noch Spuren vorhanden, es markirte sich besonders durch die glänzenden Tröpfchen, die seinen Rand umgaben oder überlagerten.

Der Verdauungsversuch wurde von jetzt ab im Wasserbade bei 40 bis 41° C. fortgesetzt; nach 24 Stunden vom Beginn der Verdauung gerechnet war jede Spur des Bindegewebes verschwunden und es zeigten die elastischen Fasern verschieden vorgeschrittene Bilder, die meisten mit den characteristischen zahlreichen Linsenräumen, die häufig den Rand der Fasern erreichten, und die dann wenn noch etwas weiter fortgeschritten, die Entstehung von dunkel aussehenden vierkantigen Bruchstücken veranlassten. Andere verwandelten sich allmählig in helle, breite, homogen erscheinende Fasern, die dunkle, vierkantige Bruchstücke als Ueberreste der noch unveränderten elastischen Faser eingelagert enthielten[1]). Diese Bruchstücke zeigten oft noch Längstheilungen, welche vielleicht Verwachsungsstellen der Ochsenfasern entsprechen. Die Bruchstücke erscheinen bei so weit vorgeschrittener Verdauung schmäler als die ursprüngliche Faser mit der sie in dem Brechungsindex übereinstimmen, während die nur gequollen und gallertig aussehende hellere Substanz mit einer etwas dunklen Randschicht die Grenzen der elastischen Fasern im etwas verbreiterten Maassstabe wiedergibt. Eine Verlängerung konnte bei Messungsversuchen nicht constatirt werden. Diese helle Substanz hängt jetzt zusammen mit denjenigen blassen Stellen, die den früheren scheinbar hohlen, linsenförmigen Zwischenräumen entsprechen. Nicht bei allen Versuchen erhält man übrigens die letzten Bilder[2]) so deutlich; häufig sieht man nur noch von hellen Zwischenräumen getrennte, dunkle Bruchstücke, die in ihrer Lagerung noch vollkommen einer elastischen Faser entsprechen. In manchen Fällen existirt noch ein wirklicher Zusammenhang. Die Stücke scheinen isolirt, sind es aber nicht. Bei Zufluss von Flüssigkeiten dokumentiren sie ihre Zusammengehörigkeit dadurch, dass sich fortbewegen lassen, denn eine für das Auge unsichtbar gewordene Substanz kettet sie noch zusammen.

---

1) Fig. 1 b.
2) Fig. 1 b.

Die Hohllinsen und die helle Masse mit ihren eingelagerten dunklen Bruchstücken sind das Product der durch die Pepsinlösung bewirkten Aufquellung der Faser. Es unterliegt aber diese helle Masse auch endlich der Einschmelzung durch die warme Verdauungsflüssigkeit und das um so rascher je höher die Temperatur stieg (42—50° C.), und je häufiger der Zufluss warmer Pepsinlösung statthatte.

Unterbricht man nach dem Verschwinden des fibrillären umhüllenden Bindegewebes die warme Verdauung der Ochsenfaser und lässt eine 12 bis 24stündige kalte Verdauung nachfolgen, nachdem man sich noch einmal überzeugt hat, dass auch jede Spur des Bindegewebes verschwunden ist, so sieht man nach dieser Zeit aufs deutlichste eine gequollene zusammenhängende Substanz, die zweifellos auf Kosten eines besondern Bestandtheiles der elastischen Faser sich ausgeschieden hat. Diese Masse erscheint manchmal etwas körnig, in ihr liegen dann die theilweise sehr verschmälerten theilweise wie gedehnten an manchen Stellen aber auch noch breiten dunklen Faserbruchstücke häufig mit Einkerbungen [1]).

Bei Längsschnitten, die ausschliesslich kalt während 14 Tagen im Schälchen verdaut worden waren, sind die dunklen Bruchstücke grösstentheils verschwunden und an deren Stelle eine hyaline, collagene Substanz getreten, welche gelatinirt.

In der hellen Masse findet man hier und da Längsreihen von wirklichen Kernen eingelagert, die aber mit der elastischen Faser selbst nichts zu thun haben und in den Kalbsfaserpräparaten noch häufiger vorkommen (Blutgefässe). Verwechslungen der Kernreihen mit Faserbruchstücken sind nicht zu erwarten, da diese eckig oder auch quadratisch sind. Bei der warmen Verdauung lässt sich übrigens das collagene Product wie bei der kalten Verdauung ebenfalls erzielen, wenn auch nicht in so reichlichem Maasse. Aendert man nämlich den Versuch dahin ab, dass man einen Ueberschuss von Nackenbandschichten oder Zupfpräparaten gegenüber der Pepsinlösung anwendet, so wird die auflösende Kraft der warmen Pepsinoxalsäure verzögert, während die gallertähnlich machende Wirkung, der kalten Pepsinlösung erhalten bleibt. Der andere Bestandtheil der elastischen Faser, der sich ohne

1) Fig. 2.

gallertig zu werden in kalter Pepsinlösung löst, soll später in dem Abschnitt Elastin, sub IV, besprochen werden.

Ich habe auch Versuche angestellt, grössere Stücke z. B. 1 Gramm in 5 Gramm der Pepsinlösung in der Wärme 5 bis 6 Tage lang zu verdauen. Filtrirt man nach dieser Zeit im Wärmeapparat ab, so gesteht das Filtrat nach $1^1/_2$ tägigem Stehen in der Kälte zu einer gelb gefärbten Gallerte, nicht bloss zu einem Syrup.

Die Einwirkung einer 0,3 % Oxalsäurelösung ohne Pepsin kalt und warm bis 14 Tage auf das Ligamentum nuchae, erzeugt nur Quellung und Homogenwerden des spärlichen Bindegewebes, eine Quellung oder Aufhellung der elastischen Faser entstand niemals. Nur ein einziges Mal konnte, nachdem eine grosse Anzahl von solchen Präparaten durchgemustert worden, an 2 oder 3 elastischen Fasern eine leichte Andeutung von Spalten gesehen werden.

Dass bei monatelang fortgesetzter Maceration einige Säuren und saure Salze die Pepsinwirkung bis zu einem gewissen Grade vielleicht unter Mitwirkung der sich in schwachen Säurelösungen sehr leicht bildenden Pilze erreichen können, ist bekannt.

Auch dann wenn grosser Ueberschuss von warmer Oxalsäure angewandt wurde, entstand nur Quellung und Auflösung des umgebenden Bindegewebes, die elastische Faser selbst blieb noch der gallertig machenden Wirkung der kalten Pepsinoxalsäure zugänglich.

Warme Oxalsäure zieht aus dem Ligamentum nuchae eine nicht gefärbte Gallerte nach mehrtägiger Wärmedigestion aus, kalte thut das nicht. Der mikroskopische Befund berechtigt zur Annahme, dass nur das fibrilläre Bindegewebe die Quelle dieser letztern Gallertbildung ist.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir die Aufmerksamkeit auf die Anwendung der Oxalsäure in nachfolgender Combination mit kalter Pepsinoxalsäure zur Unterscheidung des Bindegewebes vom elastischen Gewebe zu lenken. Fibrilläres Bindegewebe, vom Character des Sehnenbindegewebes quellt in kalter 0,3 % Oxalsäure sogleich oder im Verlaufe von 12 Stunden; die elastische Faser dagegen quellt nicht (natürlich ausgenommen das sie umhüllende Bindegewebe); sie wird aber aufgehellt und gallertähnlich,

wenn sie hierauf etwa 12 bis 20 Stunden in kalter Pepsinoxalsäure gelegt wird.

Die gleich zu beschreibende Trypsinverdauung kann zur Vervollständigung der Reactionen dienen, indem Sehnenbindegewebe sich in neutraler Trypsinlösung nicht auflöst [1]), während die elastische Faser nach ca. 10 bis 20 Stunden in Bruchstücke zerfällt, und auch ihr Hüll-Bindegewebe um diese Zeit in Auflösung begriffen erscheint, wodurch sich ein Unterschied vom Sehnen-Bindegewebe ergiebt.

B. Die Trypsinverdauung.

Die Trypsinverdauung der elastischen Fasern des Ligamentum nuchae vom Ochsen giebt bei einer Wärme von 40° bis 42° C. in etwa 5 Stunden, also später als nach Pepsineinwirkung, die Linsenraumbildungen, zunächst unter Erhaltung des fibrillären umhüllenden Bindegewebes, das nur leicht gequollen erscheint. Mach 24stündiger warmer Verdauung sind sehr reichliche Querzerklüftungen in unregelmässigen Abständen und viele Längstheilungen der Fasern zu bemerken ähnlich wie Fig. 1. Die Endstücke der zerkleinerten Fasern sind meist spiralig eingerollt, das fibrilläre Bindegewebe ist in Auflösung begriffen. Die elastische Faser verblasst nun sehr stark und was einen bemerkenswerthen Unterschied gegenüber der Pepsinverdauung bietet, die Randschichten der Fasern erscheinen bei gewisser Einstellung doppelt conturirt, platt oft wie leere Schläuche. Es entspricht das Schwalbe's Anschauung, welcher ein dichteres Gefüge der peripheren Theile der Fasern annimmt [2]).

Chemisch different werden die Randschichten [3]) kaum sein, da auch sie, wenn man von der Zeit absieht, der nämlichen Art der Einschmelzung unterliegen wie das Innere. Die Randschichten

---

1) Siehe hierüber die Verdauung als histologische Methode. Von R. Ewald und W. Kühne, Separatabdruck aus den Verhandlungen des Naturhistor. Med. Vereins zu Heidelberg I. Bd. 5. Heft. Verlag von Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

2) a. a. O. Seite 242.

3) Man vergleiche hiezu die Figuren 3, 4 und 5. (Fig. 3 war 46 Stunden warm behandelt worden, Fig. 4 die Fortsetzung desselben Versuches noch weitere 48 Stunden kalt, und Fig. 5, Fortsetzung desselben Versuches, war nach 70

dieser so veränderten elastischen Fasern vermögen sich unter Umständen zu falten [1]).

Es wurden auch einige Versuche gemacht, die kalte Pepsinverdauung mit der warmen Trypsineinwirkung zu combiniren: das 45 Stunden kalt mit Pepsin verdaute Präparat ergab besonders an den Rändern reichliche Bildung der schon beschriebenen gallertähnlichen Masse mit eingelagerten mehr oder weniger intacten Faserresten. Die darauf folgende warme Trypsinverdauung bewirkte nach 2 Stunden eine bemerkbare Einschmelzung dieser Gallerte, nach 4 Stunden war dieselbe noch mehr vorgeschritten unter Bildung glänzender Tröpfchen am Rande, und die aufgequollene Masse hatte überhaupt ein etwas körniges Aussehen angenommen; dem Ansehen nach vorher intakt gewesene Fasern erschienen jetzt im Beginne der Querzerklüftung. Noch später zeigten sich alle Faserreste spiralig eingerollt und wirr durcheinander liegend, als ob sie jetzt von den Banden befreit wären, welche sie früher in gerade Richtung gezwungen und zu gestreckten Fasern gemacht hatten. Von dem fibrillären Gewebe war natürlich keine Spur mehr zu sehen.

Es erübrigt jetzt noch anzuführen, dass der Versuch die Verdauung des Ochsennackenbandes mit alkalisch gemachten Trypsin vorzunehmen eine bedeutende Beschleunigung des Eintritts der Querzerklüftungen ergab.

Die alkalische Reaction wurde durch Zusatz von einigen Tropfen einer gesättigten Natriumbicarbonatlösung zur Verdauungsflüssigkeit hergestellt, so dass deutliche Bräunung des Curcumapapieres eintrat. Aetzendes Natriumhydrat und Natriummonocarbonat wurden mit Absicht vermieden, da diese schon für sich lösende Wirkung auf gewisse Gewebsbestandtheile besitzen.

II.

Untersuchung des Ligamentum nuchae vom Kalb.

A. unter Pepsinverdauung.

Aus der Mitte eines in Alcohol gelegenen und in 0,6 % Kochsalzwasser ausgewaschenen Kalbsnackenbandes wurden mikrosko-

Stunden kalter Verdauung gezeichnet worden, nachdem also 46 Stunden warme Verdauung vorausgegangen waren.)

1) Fig. 4 a.

pische Präparate angefertigt; sie zeigen das beim Ochsennackenband so leicht demonstrirbare fibrilläre Bindegewebe nur höchst spärlich; um viele elastische Fasern vermisst man es vollständig. Zu den Präparaten wurde auf geheiztem Objecttisch warme Pepsinoxalsäurelösung zugesetzt, worauf bei einigen das fibrilläre Gewebe sofort verschwand, während bei andern nach 15 Minuten noch ein leichter, kaum sichtbarer Schatten mit einigen kleinen glänzenden Tröpfchen verblieb. Nach Einer Stunde war bei Durchsuchung dieser Präparate nichts mehr vom fibrillären gequollenen Bindegewebe zu sehen; es machte sich also hier bereits ein Unterschied gegen früher geltend. Das fibrilläre Gewebe, das die jugendliche elastische Faser umgiebt, unterliegt der völligen Auflösung um Vieles rascher als das des älteren Thieres.

Der Fortschritt der warmen Verdauung (etwas über 40° C.) nach 1 Stunde und 10 Minuten besteht nun darin, dass die elastische Faser uneben aussieht und etwa um die Hälfte schmäler geworden ist.

Nach 1 Stunde und 35 Minuten (die Temperatur sank nicht unter 40° C.) hat die Faser nur noch $^1/_3$ der ursprünglichen Breite. Allerdings kommen noch breitere hier und da vor; die Conturen der Fasern beginnen jetzt unregelmässig und undeutlich zu werden, stellenweise wie aus Reihen an einander liegender und sich berührender, fast punktförmiger Stücke bestehend[1]). Nach einer weitern Stunde, also nach 3 Stunden konnte nur schwer eine Stelle aufgefunden werden, an der sich noch elastische Fasern erkennen liessen, denn die Conturen waren ausserordentlich blass. Man sieht nur noch kleine glänzende Tröpfchen und spärlich etwas glänzende, dünne, wie unterbrochene Faserreste.

Die Wirkung der kalten Pepsinverdauung zeigen die Fig. 7 und Fig. 8. Man sieht die gequollene und gallertig aussehende Substanz wie bei der Ochsenfaser; aber die Gestalt der Faserbruchstücke ist sehr verschieden von der der Ochsenfaserbruchstücke. Sie erscheinen niemals mit den scharfen Ecken, wie bei den warm verdauten Bruchstücken der Ochsenfaser. Sie gleichen vielmehr auf den ersten Blick Kernen, ja sie sehen oft Bindegewebskörperchen täuschend ähnlich, namentlich dann, wenn diese Pseudonuclei fadenförmige oder auch dickere, manchmal ge-

1) Siehe Fig. 6.

schlängelte Anhängsel zeigen. Einzelne von ihnen können sogar breiter erscheinen als die ursprüngliche Faser war. Da sie auch in den Anfangsstadien der kalten Verdauung, die ja von der Peripherie des Präparates zunächst beginnt, in derselben Richtung liegen, die den noch unverdauten Fasertheilen zukommt, so konnte man, nachdem eine grössere Anzahl Beobachtungen gemacht worden waren, auch diese Gebilde als Bruchstücke der elastischen Fasern bezeichnen Fig. 7.

Höchst auffallend ist es, dass bei der Verdauung der Fasern aus dem Ligamentum nuchae des Kalbes keine Zerklüftung der Quere nach eintritt, wie sie in der Fig. 1 abgebildet und so characteristisch für die elastische Faser vom Ochsen ist. Vielleicht liegt das an einer grösseren Elasticität der jugendlichen Faser. Man möchte sie fast mit einem Kautschukfaden vergleichen, der in einem Baumwollgewebe eingeschlossen ist. Wird dieser äussere, locker gewebte Stoff in die Länge gezogen, so folgt der Kautschukfaden bis zu einer gewissen Grenze, dann zerreisst er und seine einzelnen Bruchstücke kehren aus dem gedehnten Zustande wieder in den ursprünglichen zurück d. h. sie werden wieder breit. Die Enden der Bruchstücke aber werden verschiedene Formen haben. Indem nun bei der Umbildung des elastischen Gewebes in jene oben geschilderte gallertartige Substanz sehr wahrscheinlich eine Ausdehnung eintritt, so sind die noch nicht umgebildeten Faserreste gezwungen zu folgen und schliesslich zu zerreissen.

Unter Umständen erhält man bei kalter Verdauung des Ligamentum nuchae vom Kalb auch Bilder, welche das Innere der Fasern ausserordentlich hell zeigen, so dass die wie Kerne aussehenden Bruchstücke oft auch die Ueberreste der gedehnten und zerrissenen Randschichten der elastischen Fasern sein mögen. Ein Messungsversuch über die Verbreiterung isolirter Fasern durch die kalte Pepsinverdauung ergab in diesem Falle $^1/_5$ Vermehrung des Durchmessers.

Höchst auffallend ist noch, dass in dem durch kalte Pepsinoxalsäure gallertig gemachten elastischen Gewebe die Grenzen der früheren elastischen Fasern grösstentheils verloren gegangen sind. Es ist dadurch eine Aehnlichkeit gegeben mit dem Sehnenbindegewebe, dessen einzelne Fibrillen allerdings schon durch Säure allein zu einer Fläche aufgequellt oder, wenn man

will, entfaltet werden können. Ob nicht vielleicht die Entstehung der elastischen Fasern in umgekehrter Weise aus solchem gallertähnlichen Gewebe durch entsprechende Zusammenziehung und Verdichtung erfolgt?

Die Figur 9 zeigt ein späteres Verdauungsstadium als die Figur 7, d. h. es dauerte die erste warme Verdauung 2 Stunden, dann folgten 20 Stunden kalte Verdauung und hierauf $1^1/_4$ Stunden wieder warm.

Die weiteren Abbildungen stellen Querschnitte dar, welche die an den Zupfpräparaten geschilderten Vorgänge wesentlich ergänzen: Fig. 10 den natürlichen Querschnitt (Alcohol-Wasser), die Querschnitte der elastischen Fasern liegen dicht aneinander; Fig. 11 nach Digestion mit warmer Oxalsäure während 15 Minuten: der Abstand der Faserquerschnitte ist ansehnlich durch Quellung des umhüllenden fibrillären Bindegewebes. Fig. 12 zeigt den Querschnitt nach $^1/_2$ stündiger Einwirkung von warmer Pepsinoxalsäure: der Abstand der Faserquerschnitte ist wesentlich grösser, wie ich vermuthe durch das Austreten der gelatinirenden Substanz. Fig. 13 desgleichen nach $5^1/_2$ Stunden: die Querschnitte der elastischen Fasern sind in der vollen Auflösung begriffen, ebenso wie in Fig. 14 nach 22 Stunden, wobei jedoch nur kalt bei etwa 12° C. macerirt worden war.

Auch die Kalbsfaserverdauung liefert unter den Umständen, wie sie bei der Ochsenfaser angegeben wurde, wenn warm filtrirt eine Gallerte nach $1^1/_2$ tägigem Stehen in der Kälte. In den Sommermonaten dürfte hiezu jedenfalls künstliche Abkühlung nöthig sein; auch eine festere Randschicht ist an den Fasern, wenn auch nur schwach bemerkbar. Der nach langer fortgesetzter Digestion verbleibende sehr geringe, staubförmige Rückstand hat eine weissgelbe Farbe, ist also viel heller als der bei der Verdauung der Ochsenfaser verbleibende Rückstand.

B. Die Trypsinverdauung.

Die warme Trypsinverdauung (1:5 Salicylsäurewasser von 0,1 % wie früher bereitet) ergab eine Auflösung des Innern der elastischen Faser, es restirten also widerstandsfähigere Randschichten, die unter körnigem Zerfall später zu Grunde gingen. Fig. 15 zeigt die Veränderung elastischer Fasern, die 25 Stunden in warmer Trypsinlösung gelegen. Fig. 16 (nach demselben Prä-

parat entworfen,) ist nach einer weiteren 52 stündigen kalten Trypsinwirkung hergestellt.

III.

Die Verdauung der Faser des 1jährigen Rindes.

Die Verdauung dieser Faser gleicht im Allgemeinen der der Ochsenfaser, das Bindegewebe verschwindet jedoch viel rascher. In einem Falle war es bereits nach wenigen Minuten bis auf einige Tröpfchen verschwunden, in die es durch die Pepsinoxalsäure umgewandelt worden zu sein schien und auch diese hielten nicht lange Stand. Bemerkenswerth ist, dass die Längstheilungen der elastischen Fasern mit den gezahnten einander gegenüberstehenden Rändern an den Theilstücken hier viel häufiger vorkommen, als bei der Ochsenfaser. Die anfänglichen Linsenraumbildungen sind wohl desshalb hier weniger schön zu sehen.

IV.

Die Verdauung des Elastins.

Aus dem Nackenbande lässt sich bekanntlich ein für die Histologie dieses Gewebes höchst interessanter Bestandtheil mit chemischen Hilfsmitteln isoliren: das Elastin, welches sich unter dem Mikroskop noch vollständig wie ein histologisches Gewebe in Form von aneinanderliegenden und gablig getheilten Fasern repräsentirt, die dem blossen Auge atlasgtänzend und feingerieft erscheinen.

Herr Professor Voit hatte die Güte mir zum Zwecke der Vervollständigung dieser Arbeit von dem in seinem Laboratorium nach den Angaben in Hoppe-Seyler's Lehrbuch bereiteten Elastin vom Ochsennackenband eine Quantität zu geben. Dieses Präparat war in Alcohol aufbewahrt gewesen und hatte die gelbe Farbe und das Aussehen des Nackenbandes, jedoch war es weniger gelb als das frische Ochsennackenband. Es war kautschukähnlich dehnbar nach allen Richtungen und zwar leichter als das unveränderte Nackenband, aber bei einigermassen rascher oder auch zu weit getriebener Dehnung leicht einreissend.

Unter dem Mikroskop zeigte dasselbe die elastischen Fasern fast ganz unverändert, die Mehrzahl derselben allerdings nur ca. 7, 2 μ Stärke zeigend, doch auch solche von 10 μ mit theilweiser Längs-

spaltung und in so beträchtlicher Zahl, dass das Präparat als wahrscheinlich von einem fast ganz erwachsenen Thiere herrührend angesehen werden konnte. Das unter dem Mikroskop beim Nackenband vom Ochsen und 1jährigen Rind so leicht nachweisbare fibrilläre, die Fasern umhüllende Bindegewebe fehlte dem Elastin vollständig, was leicht begreiflich ist, wenn man die Bereitung des Elastins in Betracht zieht; diese geschieht durch Kochen mit Alcohol, Aether, Wasser, concentrirter Essigsäure, verdünnter Natronlauge, Waschen mit Wasser, verdünnter Salzsäure, dann wieder Kochen mit Wasser.

Figur 17 ist das Bild der Elastinfaser im nicht weiter veränderten Zustande.

A. Verdauung mit Pepsinoxalsäure.

Ein Versuch unter dem Deckglas ergab nach 1 Stunde und 15 Minuten warmer Verdauung das Bild Fig. 18. Die Fasern spitzen sich theils zu und werden an den Rändern gezackt, theils sind sie im Innern längst zerklüftet. Bald folgt eine Art Schrumpfung, die Fasern werden ausserordentlich schmal. Fig. 19 ist das Resultat von 2 Stunden warmer Verdauung. In Fig. 20 nach $6^1/_2$ Stunden ebenfalls warmer Pepsinverdauung fanden sich kleinere und grössere dem Anscheine nach durch Verschmelzung entstandene glänzende Tröpfchen. Sie waren das quantitativ geringe mikroskopische Endresultat der Versuche. Als Fetttröpfchen sind sie trotz ihres Glanzes nicht aufzufassen, denn bei Verdauungsversuchen mit grösseren Mengen Elastin gelang es nicht, Fett oder Fettsäuren zur Abscheidung zu bringen.

Ein anderer Versuch in der feuchten Kammer wurde mit einem ziemlich feinen Zupfpräparat und mit kalter Pepsinoxalsäure angestellt. Nach 24stündiger Dauer bei ungefähr 16 ° C. Zimmertemperatur wurde untersucht, das Resultat war eine wirkliche Verdauung resp. Auflösung, wie bei der beschriebenen 2—3stündigen warmen Einwirkung.

Es fand also in dieser Hinsicht ein bemerkenswerther Unterschied zwischen elastischem Gewebe und dem Elastin statt, denn bei letzterem trat in kalter Pepsinoxalsäure keine Umwandlung in collagene Substanz ein.

Ein weiterer Unterschied verdient noch Beachtung: sobald man irgend erhebliche Mengen von Elastin zu verdauen sucht, so

geht die Auflösung unverhältnissmässig langsam vor sich und manifestirt sich die verdauende Wirkung zunächst hauptsächlich durch eine leichte Längstheilbarkeit der dickeren Fasern und ungemein leichte Dehnbarkeit derselben, aber unter Verlust der Elasticität. Atlasglanz und Querriefelung der Fasern verschwinden dabei grösstentheils.

Niemals konnte bei diesen Versuchen, selbst wenn bis 8 Tage kalt verdaut worden war (bei entsprechenden grösseren Quantitäten), eine Umbildung in eine zusammenhängende gelatinirende Substanz wahrgenommen werden, wie das früher geschildert wurde. Die mit den Verdauungsproducten des Elastins gesättigte warm abfiltrirte Flüssigkeit gelatinirte auch nicht, wie das bei der elastischen Faser der Fall war.

B. Verdauung mit Trypsin.

Diese Art der Verdauung der Elastinfaser mag die Figur 21, nach 24 Stunden warmer Behandlung und die Figur 22, welche die Fortsetzung des in Figur 21 dargestellten Prozesses und zwar nach 47stündiger warmer Verdauung, anschaulich machen. Als Rückstand blieben auch hier schliesslich glänzende Tröpfchen. Der ganze Verlauf hat trotz wesentlicher Differenzen doch bezüglich eines Umstandes eine nicht zu verkennende Uebereinstimmung mit der Pepsinverdauung der frischen oder in Alcohol gehärteten elastischen Faser des Ligementum nuchae vom Ochsen. Hier wie dort ist an jeder Faser eine festere oft deutlich doppelt contourirte Grenzschichte zu constatiren, ähnlich der Fig. 4 u. 5. Nur ist die Contour matter.

Die Elastinfaser zeigt ferner im Anfang der warmen Trypsinverdauung Querzerklüftungen, jedoch weniger scharf als die elastische Faser vom Ochsen.

In kalter Trypsinlösung, die mit Natriumbicarbonat alkalisch gemacht wurde, löste sich das Elastin ziemlich bald.

Diese obengeschilderten Vorgänge, namentlich die theilweise Ueberführung des elastischen Gewebes in gelatinirende, collagene Massen, verdienen besondere Beachtung, und man steht vor der Frage:

Entweder ist durch das Kochen mit Säure und ätzendem Alkali, wie das bei der Elastinbereitung geschieht, die elastische Faser in eine andere Substanz umgewandelt worden, die nicht mehr durch kalte Pepsinoxalsäure in gelatinirende Substanz über-

geführt werden kann und doch dabei löslich in dieser kalten Pepsinflüssigkeit geworden ist, oder — die elastische Faser besteht abgesehen vom Hüllbindegewebe aus 2 verschiedenen Bestandtheilen. Der in Gallerte umwandlungsfähige würde durch diese chemische Behandlung extrahirt worden sein, während der andere das „Elastin" zurückblieb und unter Erhaltung der Form der elastischen Faser gleichsam das Skelet der Fasern wiedergibt.

Es drängt sich dabei die Vorstellung auf, dass diese zwei Bestandtheile, Elastin und collagene Substanz, sich gegenseitig durchdringen, vielleicht wie ein Schwamm mit höchst feinen nicht sichtbaren Poren, der von einer andern Substanz oder von einem thierischen Gewebe durchdrungen wird.

Procentisch kann die gelatinirende Substanz der elastischen Fasern nicht hervorragen, da die Elastinfaser ungefähr dieselben Dimensionen hat, wie die elastische Faser. Bekannt ist, dass gelatinöse Substanzen, ebenso auch gallertartige Gewebe ungemein wenig Trockensubstanz enthalten. Es darf daher nicht verwundern, wenn ein an Masse wahrscheinlich sehr geringer Bestandtheil der frischen elastischen Faser einen so sehr in die Augen springenden Effect nach kalter Pepsinverdauung hervorruft, und viel Gallerte liefert.

Es schien nun wichtig nachzusehen, ob schon durch längere Einwirkung des Natriumbicarbonats bei Verdauungstemperatur, der elastischen Faser jener gelatinirende Bestandtheil entzogen werden kann, durch dessen Extraction wahrscheinlich die Eigenschaften des Elastins hergestellt werden. Offenbar würden durch Anwendung einer sehr verdünnten Bicarbonatlösung die Verhältnisse des lebenden Körpers nicht überschritten werden, während die Verbreitung der sauren Reaction im Körper verhältnissmässig sehr beschränkt ist. Es wurden daher einige mikroskopische Zupfpräparate des Ligamentum nuchae vom Ochsen 15 Stunden einer $^3/_4\,\%$ Lösung dieses Salzes bei 40 bis 42 ° C. ausgesetzt. Der mikroskopische Befund ergab keine wesentlichen Veränderungen. Wurde nun 15 Stunden mit kalter Pepsinoxalsäure verdaut, so schied sich jene erwähnte zusammenhängende Gallerte sehr schön aus. Die Annahme der Zusammensetzung der elastischen Fasern aus den genannten zwei Bestandtheilen würde ferner erklären, dass der mechanische Effect der Quellung durch kalte Pepsinoxalsäure offenber ausgeglichen werden kann und so die oben versuchte Messung

resultatlos bleiben musste. Es hält eben der Widerstand des einen Bestandtheiles, des Elastins, der Umwandlung des andern Bestandtheiles durch gequollene Gallerte das Gleichgewicht.

Die elastische Faser zeigt bekanntlich auf dem Querschnitte eine helle centrale und eine dunklere periphere Schichte. Diese Eigenthümlichkeit der Querschnitte hat schon sehr verschiedene Deutungen erfahren. Ich bin der Ansicht, man muss nach den eben geschilderten Verdauungsversuchen jedenfalls an eine Verdichtung der Faserperipherie denken. Siehe die Fig. 3, 4 u. 5, 21 u. 22.

Mit der Annahme einer Verdichtung der Randpartien würde auch der Umstand sich erklären lassen, dass die gallertartig werdende Substanz hier und da Randpartien der Faser abzuheben vermag. Meine Verdauungsversuche stimmen endlich sehr gut mit den Angaben Schwalbe's überein (Seite 242 seiner erwähnten Abhandlung) der über die peripherische Verdichtung unter Anderm Folgendes sagt: „Die Querschnitte der elastischen Fasern erscheinen vollkommen homogen, nur am Rande dunkler als im Centrum, was ich auf ein dichteres Gefüge der peripheren Theile der Fasern beziehen muss, ohne scharfe Grenze."

Ein anderes Ergebniss meiner zahlreichen Versuche, das oben nur flüchtig berührt wurde, sei hier nochmals betont, es ist der bemerkenswerthe Unterschied zwischen der Widerstandsfähigkeit des fibrillären Bindegewebes gegen Pepsin verglichen mit der des elastischen Gewebes.

Das Bindegewebe, namentlich junger Thiere (Kalb), verschwindet bei Anwendung der Pepsinoxalsäure sofort dem Beobachter, jenes älterer Thiere (Ochs) hält etwas länger Widerstand. Die elastischen Fasern dauern dagegen Stunden, unter Umständen selbst Tage lang in derselben Pepsinoxalsäurelösung, welche die Fibrillen des Bindegewebes so rasch zerstört.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

A. Abbildungen über das Ligamentum nuchae vom erwachsenen Ochsen.

(Alle Figuren sind bei ca. 450maliger Vergrösserung gezeichnet.)

Fig. 1a. Elastische Fasern mit warmer Pepsinoxalsäure bei 40 bis 41° C. während 1 Stunde und 40 Minuten in Behandlung. (Von Herrn Beckert gezeichnet.) b. nach 24 Stunden.

Fig. 2. Elastisches Gewebe 8 Stunden warm und dann 18 Stunden kalt mit Pepsinoxalsäure verdaut.

Fig. 3. Elastische Fasern 46 Stunden mit warmer Trypsinlösung verdaut. Die Fasern waren ungemein verblasst. In den letzten 2 Stunden war die Temperatur bis auf 48° C. angestiegen.

Fig. 4. Fortsetzung des Verdauungsprozesses an dem Präparat von Fig. 3. Es war noch weitere 48 Stunden kalt mit Trypsin verdaut worden.

Fig. 5. Dasselbe Präparat noch 70 Stunden mit Trypsin kalt verdaut.

B. Abbildungen über das Ligamentum nuchae vom Kalb.

Fig. 6. Verdauung mit Pepsinoxalsäure während 1 Stunde und 35 Minuten. Die Temperatur sank nicht unter 40° C.

Fig. 7. Das Präparat war 2 Stunden warm und dann 20 Stunden kalt mit Pepsinoxalsäure verdaut worden: spindelförmige Faserbruchstücke.

Fig. 8. Kalte Pepsinverdauung während 24 Stunden: Bruchstücke wie in Fig. 7.

Fig. 9. 2 Stunden warme und 20 Stunden kalte Anwendung der Pepsinoxalsäure, der noch $1^1/_4$ stündige warme Verdauung gefolgt war.

Fig. 10. Querschnitt eines in Alkohol erhärteten Lig. nuchae vom Kalb mit Kochsalzlösung behandelt.

Fig. 11. Desgleichen, nur mit warmer Oxalsäure während 15 Minuten behandelt. Die Querschnitte rücken weiter auseinander.

Fig. 12. Desgleichen, mit warmer Pepsinoxalsäure während $^1/_2$ Stunde verdaut.

Fig. 13. Querschnitt mit warmer Pepsinoxalsäure während $5^1/_2$ Stunden in Behandlung. Allmähliche Auflösung der Querschnitte.

Fig. 14. Desgleichen, mit kalter Pepsinoxalsäure während 22 Stunden verdaut.

Fig. 15. Warme Trypsinverdauung eines Zupfpräparates vom Lig. nuchae des Kalbes, während 25 Stunden. Die Temperatur war allmählich bis 48° C. angestiegen.

Fig. 16. Fortsetzung des Prozesses an demselben Präparat: auf die warme Verdauung waren noch 52 Stunden kalter Verdauung gefolgt.

C. Abbildungen über das im Ochsennackenband enthaltene Elastin.

Fig. 17. Elastinfaser, Alkoholpräparat u. ausgewaschen in 0,6 % Kochsalzlösung.

Fig. 18. Warme Verdauung des Elastins während 1 Stunde und 15 Minuten mit Pepsinoxalsäure.
Fig. 19. Warme Pepsinverdauung des Elastins während 2 Stunden.
Fig. 20. Warme Pepsinverdauung des Elastins während $6^1/_2$ Stunden.
Fig. 21. Warme Trypsinverdauung des Elastins während 24 Stunden.
Fig. 22. Fortsetzung: warme Trypsinverdauung während 47 Stunden.

Ueber neue, otocystenartige Sinnesorgane der Insecten.

Von

V. Graber,
Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

Hierzu Taf. III u. IV.

Literatur.

1) Lespès Ch. Memoire sur l'appareil auditif des insectes (ann. d. scienc. nat. 4. ser. IX. 1858 (p. 225—249).
2) Claparède, Ed. Sur les prétendus organes auditifs des antennes chez les Coléopteres Lamellicornes et autres insectes (ann. d. sc. nat. 4. ser. X 1858. pag. 236—250.)
3) Claus, C. Ueber die von Lespès als Gehörorgane bezeichneten Bildungen der Insekten (Müller's Archiv 1859 p. 552—563).
4) Leydig, Fr. Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insekten (Müller's Archiv. 1860 p. 265—314).
5) Derselbe. Tafeln zur vergl. Anatomie 1864.
6) Derselbe. Lehrbuch d. Histologie 1857.
7) Landois, H. Das Gehörorgan des Hirschkäfers (Dieses Archiv 4. Bd.).
8) Paasch. Von den Sinnesorganen der Insekten im Allgemeinen, von Gehör- und Geruchsorganen insbesondere (Troschels Archiv Bd. 39.)
9) Rudow. Einige Beobachtungen über die Lebensweise der Heuschrecken. (Zeitschrift f. d. ges. Naturw. v. Giebel 1870.)

10) Graber, V. Ueber Gehörorgane der Insekten. (48. Tagblatt der Naturf. Vers. Graz 1875.)
11) Derselbe. Die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren. (Denkschr. der kais. Akad. d. Wissenschaft. Wien 1875).
12) Derselbe. Die abdominalen Tympanalorgane der Cicaden und Grylloden (ebendort 1876).
13) Derselbe. Die Insekten I. Bd. München, bei Oldenburg 1877.
14) Grobben, C. Ueber bläschenförmige Sinnesorgane etc. bei Ptychoptera. (Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissenschaft. Wien 1875).
15) Ranke, Joh. Uebergangssinnesorgane. (Zeitschrift für wiss. Zoologie. 25. Bd.)
16) Schmidt, Oskar. Die Gehörorgane der Heuschrecken. (Dieses Archiv. Bd. XI.)

I. Otocystenartige Organe in den Antennen der Dipteren.

Obwohl mehrfache Gründe dafür sprechen, dass bei den Insekten der Sitz der Schallempfindung in den Antennen zu suchen ist, so haben doch alle bisherigen Bemühungen an oder in diesen Gliedmassen eine den Hörorganen anderer Thiere ähnliche Einrichtung nachzuweisen, kein befriedigendes Resultat ergeben.

Wir erinnern diesfalls nur an die Studien von Lespès (1), der die Porenkanäle in den Fühlerblättern des Maikäfers für Gehörsteinchen ansah und dann an die schon an anderer Stelle (11) von uns besprochenen Untersuchungen von H. Landois, der ganz gewöhnliche tüpfelartige Eindrücke an den Antennallamellen des Hirschkäfers mit den Hörgruben der Krebse analogisirte.

Anders dürften jene Organe zu beurtheilen sein, die wir uns jetzt erlauben als akustische Werkzeuge in die Wissenschaft einzuführen.

Falls man den Insekten nicht überhaupt und ohne allen Grund separate und specifische Gehörorgane absprechen oder gar Einrichtungen erwarten will, die sich, wie etwa die flimmernden Otocysten anderer Wirbellosen, mit ihrer ganzen Organisation nicht vertragen, dann wird man, so hoffen wir zuversichtlich, den von uns entdeckten Einrichtungen künftig wenigstens die gleiche Bedeutung wie den antennalen Hörblasen der Krebse zuerkennen.

Wir entdeckten dieselben schon vor etlichen Jahren bei den vielfältigen Vorarbeiten für unser Insektenbuch (13), das pag. 144 Fig. 93 bereits eine Abbildung derselben bringt, und haben auch bei der Schlusssitzung der Grazer Naturforscherversammlung (10) derselben flüchtig Erwähnung gethan.

Ein näheres Studium haben wir denselben aber erst und zwar in Folge der Entdeckung analoger Bildungen in jüngster Zeit geschenkt.

Gegenwärtige Mittheilungen haben indess nur den Zweck einer allgemeinen Orientirung, da wir wegen anderer Arbeiten für eine eingehendere Untersuchung dieser Organe vorläufig keine Zeit haben.

Als vortreffliches Objekt zur Demonstrirung der einschlägigen Verhältnisse erweist sich eine unserer gemeinsten Schwebfliegen, der Syrphus balteatus Deg.

Gibt man eine frisch exstirpirte Antenne derselben kurze Zeit in 0,1 % Osmiumlösung, dann in absoluten Alkohol, hierauf in Kreosot und schliesst sie dann (unter mässigem Drucke) in Kanadabalsam ein, so erhält man, bei ca. 200 facher Vergrösserung, die in Fig. 6 gezeichnete Ansicht.

Man sieht die dünne Stirnhaut (St), dann das 1. (I) 2. (II) und das 3. Fühlerglied (III), an welchem letztern seitwärts, und zwar an der Aussenseite, die gegliederte Borste (Bo) entspringt.

Das 1. und 2. Antennenglied sind von länglicher, trichterartiger Form und vermittelst einer Einstülpung der dünnen Zwischenhaut mit einander verbunden. Das Endglied dagegen ist viel grösser, blattartig und durch ein sehr complizirtes in das Endglied hineinragendes Gelenk mit dem vorhergehenden vereinigt. Die Communication zwischen dem Lumen des 2. und 3. Gliedes vermittelt eine kurze enge Oeffnung (Ö), die erst bei geeigneter Einstellung deutlich zu erkennen ist.

Eigenthümlich ist die Behaarung der drei Fühlerabschnitte. Auf den beiden Basalgliedern finden sich nur einzelne zerstreute Borsten von fast stachelartigem Habitus. Das Endglied hingegen zeigt eine gleichmässige und dichte Bedeckung und zwar wie dies H. Landois auch für den Hirschkäfer angibt, mit zweierlei Gattungen von Anhängen, nämlich mit eigentlichen Deckborsten, die als einfache Erhebungen der Cuticula anzusehen sind, und dann mit eigentlichen d. i. gelenkig eingepflanzten Haaren, welche, bis auf

ihre weit geringere Grösse, mit den Borsten des Basalgliedes übereinstimmen. Diese Haare sind um ein Geringes länger als die Deckborsten, dagegen an der Wurzel beträchtlich dicker. Die Uebereinstimmung mit den Borsten der Basalglieder zeigt sich auch darin, dass sie (a) in grösseren Zwischenräumen von einander stehen.

Von den inneren Theilen der Fühler ist zunächst der dicke Nervenstamm hervorzuheben. Derselbe (N) entspringt aus dem Gehirn und tritt, ohne früher einen Zweig abzugeben, in die Wurzel des Fühlers ein. Ungefähr in der Mitte des 1. Gliedes zweigt sich an der Aussenseite unter spitzem Winkel ein ziemlich dicker Ast (n_1) ab, der, in das zweite Glied eintretend, sich dort in eine Menge feinerer Fasern auflöst, welche sich vornehmlich an die genannten Borstenhaare anlegen, indem sie an deren Wurzel zu einem spindelförmigen Ganglion (ga) anschwellen. Die Borsten des Wurzelgliedes sowie die an der Innenseite befindlichen Haare des zweiten Gliedes empfangen ihre Nerven direkt aus dem Hauptstamme.

Bei geeigneter mehr oberflächlicher Einstellung treten ausser den Zellen der Matrix insbesondere die dunkel granulirten Borstenganglien sehr scharf hervor.

Diese Borsten sind also jedenfalls sensibler Natur und dürften wohl in die allerdings sehr unbestimmte Kategorie der Tastorgane gestellt werden.

Auf der Höhe des zweiten Gliedes biegt sich der Antennennerv unter einem Bogen nach Aussen gegen die oben erwähnte Durchgangsöffnung (Ö). An dieser Stelle scheint ein kleinerer Zweig (n_3) abzutreten, der sich in die Fühlerborste (Bo) begibt.

Der Hauptstamm biegt sich aber nach dem Eintritt in's Endglied wieder auf die Innenseite, so dass er also im Ganzen eine S-förmige Krümmung macht. Im Endglied selbst theilt er sich dann radienartig in eine grosse Zahl feinster Fasern, die mit einer gangliösen Anschwellung an den gelenkigen Haaren ihre Endigung finden.

Von anderen Weichtheilen heben wir noch hervor zwei kräftige flügelförmige Muskeln (m_1 m_2) im Basalglied, zur Bewegung des Fühlers in toto, und einen Tracheenstamm. Letzterer (Tr) verschmächtigt sich auffallend an der bekannten Eintrittsöffnung in das Endglied und geht dann innerhalb des letztern in eine blasenartige Erweiterung (tr) über, welche analog wie der Endglied-

Nerv bogenförmig nach innen gekrümmt ist und zunächst in zwei Aeste sich theilt.

Uebergehend nun auf das otocystenartige Gebilde, so zeigt sich selbes bei gedachter Präparationsweise und bei entsprechender Einstellung als ein frei im Lumen des Endgliedes und zwar an der Innenseite des Gelenkvorsprunges liegendes Körperchen (gc), das durch seine bräunlichgelbe Färbung sofort die chitinöse Natur verräth. Sein Durchmesser beträgt 0,027 mm, entspricht also etwa dem 8. Theil der Breite des Endgliedes.

Zur genaueren Prüfung desselben ist aber die Anwendung einer guten Immersion zu empfehlen.

Durch verschiedene Einstellungen sowohl wie durch Isolirung und Quetschung ist dann zunächst leicht zu konstatiren, dass man es mit einer dickwandigen inwendig behaarten Kapsel zu thun hat.

Entscheidend sind zwei Ansichten, eine von der Fläche und eine zweite im optischen Durchschnitt. Erstere gibt Fig. 7. Die Kapselwand zeigt eine Mosaik theils rundlicher, theils eckiger Platten (h p), welche oberflächlich durch ein System schmaler Furchen von einander gesondert sind. Solcher Platten zählt man im Durchmesser etwa 6 und jede misst ca. 0,0044 mm.

Da jedes dieser plattenartigen Felder der Chitinhaut in seiner Mitte ein Haar trägt, so nenne ich sie Haarplatten. Die Haare sind darin, wie der optische Durchschnitt durch ihre Wurzel zeigt, gelenkig eingepflanzt. Man unterscheidet (in der Mitte der Platten) einen hellen Kreisfleck, d. i. die Haarwurzel (h) und rings um denselben einen ziemlich breiten Schattenhof, das ist die napfartige Aushöhlung der Chitinhaut, in welcher die Haarwurzel sitzt, die Haargrube.

In der Mitte jedes Haares bemerkt man ferner einen schwarzen Punkt, das Haarlumen. Der Durchmesser eines solchen Haares (an der verdickten Wurzel) ist überaus gering, er beträgt nur 0,0009 mm, ist also wenigstens dreimal kleiner als jener der gelenkigen Haare der Antennenwand.

Den optischen Durchschnitt der Kapsel zeigt Fig. 8.

Er beweist zunächst, dass unsere Auslegung des Flächenbildes vollkommen richtig war. Entsprechend den centralen Flecken und den Feldern der Kapselwand sieht man hier die von der letzteren entspringenden Haare. Diejenigen des mittleren Durchschnittes streben in radiärer Richtung horizontal nach innen. Ihre Länge

beträgt ungefähr zwei Drittel des Kapselradius. In der Mitte der Kapsel sieht man ferner zahlreiche dunkle Punkte, die sich bei tieferer Einstellung als die Spitzen der vom Boden der Kapsel frei in die Höhe ragenden Haare erweisen.

Letztere sind in der oben angegebenen Weise in der Chitinhaut eingepflanzt. An ihrem Grunde sind sie etwas kolbig erweitert (hh). Hier erkennt man auch deutlich eine feine Porung, die sich durch die ganze Dicke der Wand hindurch verfolgen lässt.

So viel über die haartragende Chitinkapsel; betreffs der sie umgebenden Weichtheile konnten wir leider trotz aller Bemühungen nur Unzulängliches ermitteln.

Constatirt sei zunächst, dass die Chitinkapsel von einer Lage von Zellen d. i. also von einer Epithelblase umgeben ist. Diese Zellen (z) scheinen in ihrer Breite jener der Kapselfelder zu entsprechen, sind aber ungleich dicker, überhaupt nicht platten-, sondern schlauchförmig. Ob, wie wahrscheinlich, die Haare ihre besondern Zellen haben, konnten wir absolut nicht herausbringen. Erwähnt sei noch, dass die ganze Epithelblase, als deren Abscheidungsproduct die chitinerne Kapsel zu betrachten, von einer dünnen homogenen Hülle, einer wahren tunica propria (tp) umhüllt wird.

Leider das Allerwenigste vermochten wir über den muthmasslichen Zusammenhang dieser Zellen mit nervösen Elementen herauszubringen.

Erwägt man jedoch, dass, wie auf Fig. 6 zu sehen, der Antennenhauptnerv nach dem Eintritt in das Endglied sich direkt gegen die fragliche Blase herüberbiegt und unmittelbar an sie herantritt (n_4), so ist ein solcher Zusammenhang gewiss sehr wahrscheinlich.

Bei einigen anderen Brachyceren, bei welchen wir solche Kapseln vorfanden, sind dieselben von ganz ähnlicher Beschaffenheit. Zunächst bei Sicus ferrugineus (Fig. 1). Hier sei zunächst hervorgehoben, dass wir bisher an ihrem Fühlerendglied nur die gewöhnlichen Deck- und gar keine gelenkigen Haare wahrnahmen. Die Anwesenheit der letzteren wäre demnach keineswegs ein typisches Verhalten der Antennen, während anderseits dadurch auch eine direkte Ableitung der Otocysten-Haare von gelenkigen Cuticularanhängen des Integumentes ausgeschlossen bleibt.

Merkwürdig ist hier das Gelenk des Endgliedes, das wir zu-

erst seiner eigenthümlichen Form halber selbst für die Otocyste ansprachen. Selbes besteht aus zwei in einander steckenden kopfartigen Blasen, einer äusseren (agk), gebildet durch Einstülpung des Endgliedes von seiner Hinterwand aus, und einer inneren (igk), welche dem zweiten Gliede angehört. Erstere bildet die Gelenkpfanne, letztere den darin nach Art einer Nuss beweglichen Gelenkkopf. Die Chitinhaut der Pfanne hat ein schuppiges, jene des Kopfes ein radiär-streifiges Oberflächen-Relief. Ungefähr in der Mitte des Gelenkes gewahrt man eine kreisrunde helle Stelle (ö) umgeben von einem breiten hellen Ring. Das ist nichts anderes als die enge Passage zwischen den beiden Endgliedern. Quer über die Mitte der blasenartigen Gelenkpfanne läuft eine mehrfach gekrümmte dunkle Chitinleiste (l, vergl. auch Fig. 3) mit einem eigenthümlichen Epithel (e), in dessen schlanken Zellen kleine Kerne sichtbar sind. Die Höhe dieses Epithelialbeleges beträgt 0,015 mm, die Kerne desselben 0,001 mm und die Länge der ganzen Leiste 0,06 mm.

Die fragliche Blase selbst liegt in dem Winkel zwischen der inneren Wand des Gelenkes und jener des Fühlers, hat also genau dieselbe Lage, wie bei der früher genannten Form. Ihr Durchmesser beträgt 0,047 mm.

Auch diese Blase wird nur bei der oben angegebenen Behandlungsweise sichtbar. Eine vergrösserte Darstellung gibt Fig. 2 und zwar im untern Theil von der Fläche, im obern im Durchschnitt. Die Wand der Kapsel ist verhältnissmässig wieder sehr dick, bei 0,009 mm; trotzdem vermochten wir darin selbst mit Hilfe von Zeiss Immersion III keine Poren zu erkennen. Hingegen sieht man die Haare ausserordentlich deutlich. Letztere sind dicker als bei Syrphus balteatus, sie messen nämlich an der Basis 0,0025 mm; die relativen Grössenverhältnisse im Ganzen sind, wie schon aus Vergleichung der Zeichnungen zu entnehmen, ungefähr die nämlichen.

Eine sehr deutliche Hörblase bemerkten wir noch bei einer dritten Fliege, einer Helomyza.

Hier ist zunächst die Behaarung des Endgliedes (Fig. 4) wieder dieselbe wie bei Syrphus, indem man gleichfalls zweierlei Gattungen solcher Anhänge wahrnimmt, längere (h) mit Gelenk und kürzere (b) ohne solches.

Hingegen ist die Gelenkverbindung zwischen den Endgliedern

insoferne eine abweichende, als sich die Gelenkkörper (g) nicht in das Endglied, sondern in das vorhergehende einsenken. Dem entsprechend fungirt hier nicht das Endglied als Pfanne, sondern als Kopf, der sich in einer Aushöhlung des zweiten Gliedes bewegt. Ein derartiger Wechsel in der Gelenkbildung steht aber keineswegs ohne Analogie da, insofern z. B. bei denselben Thieren der Kopf als Gelenkhöhle für den Hals dient, während bei den Käfern u. A. der Kopf sich in einer Aushöhlung der Brust bewegt.

Die gewisse Kapsel liegt hier ebenfalls in der Nähe der Hinterwand und zwar ungefähr in der Mitte des Querdurchmessers. Sie behält also im Ganzen eine ziemlich constante Lage bei. Dass sie speciell bei Sicus mehr zur Seite rückt, ist offenbar bedingt durch die mächtige Entwickelung des Gelenkmechanismus.

Das Antennalbläschen dieser Fliege (Fig. 4 gc und Fig. 5) erscheint etwas dünnwandiger als bei den früheren Formen, die relative Grösse ist aber wieder ungefähr dieselbe, der Durchmesser beträgt 0,04 mm.

Im isolirten Zustand und mit starken Systemen untersucht, erkennt man auf ihrer Oberfläche eine Anzahl schuppenartiger Platten von 0,004 mm, in deren Mitte die Wurzel eines Haares liegt.

Während die Fühlerbläschen der zwei anderen Fliegen in ihrer Höhlung keinerlei Körper erkennen lassen, fanden wir hier, als wir den Fühler aus dem Spiritus herausnahmen, in der Mitte desselben ein dunkelrandiges kugelförmiges Gebilde (Fig. 4), das beiläufig die Hälfte der Otocystenhöhlung einnahm, nach längerer Einwirkung von Kreosot aber ohne die geringste sichtbare Spur zu hinterlassen, verschwand. Wir dachten zuerst an eine zufällig eingedrungene Luftblase, können uns aber nicht vorstellen, wie eine solche in die allseitig geschlossene Blase hätte gelangen können. Wahrscheinlich haben wir es also mit einem geformten organischen Körper zu thun, der sich in besagter Flüssigkeit auflöst.

Wenn wir nun nach Angabe der thatsächlichen Befunde die beschriebenen Eigenschaften der gewissen Antennalbläschen noch einmal zusammennehmen, so kann zunächst wohl kein Zweifel daran bestehen, dass man es hier mit einem morphologisch selbstständigen und besonderen Gebilde, also mit einem wirklichen Organ zu thun habe, und fragen wir uns ferner, welche Bedeutung wohl diesem Organe zukomme, so dürfte man kaum eine begründetere Erklärung zu geben im Stande sein als die, dass es eine Art von

Gehörwerkzeug sei. Vereinigt es doch in sich alle jene wesentlichen Merkmale, die wir an der Otocyste anderer Wirbellosen und speziell an den cuticularen Hörblasen der Krebse vorfinden. Wir unterscheiden einen besonderen cerebralen Sinnesnerv, ferner eine aus einer Zellschichte bestehende Blase und dann drittens eine letztere auskleidende Chitinkapsel mit ausserordentlich feinen und wie aus ihrer freien Einlenkung zu urtheilen, sehr leicht beweglichen Haaren.

Vermisst wird nur, theilweise wenigstens, ein eigentlicher Gehörstein. Bedenken wir aber erstens, dass die Ablagerung von Kalksalzen in den Otolithen auch bei gewissen Weichthieren unterbleibt und dann zweitens, dass es auch unter den Otocysten der Krebse alithophore Zustände gibt, so dürfte der allfällige Mangel solcher Gebilde keineswegs ein ernstliches Hinderniss abgeben, unsere Organe für wahre Otocysten zu erklären.

Die unverkennbare Aehnlichkeit zwischen den antennalen Hörblasen der Krebse und Dipteren legt uns auch die Frage nahe, ob dieselben nicht vielleicht in der That homologe Bildungen sind.

Eine solche Anschauung hat von vornherein um so mehr Berechtigung, als ja auch die Lage derselben eine ziemlich übereinstimmende ist. Denn wenn auch die Hörblasen der Krebse im Basalglied der Fühler liegen, jene der Insekten aber im dritten Abschnitt, so wäre es bei der erwiesenen Ungleichwerthigkeit gewisser Extremitätenglieder immerhin möglich, dass die bei den Fliegen in drei Glieder zerlegte Fühlerstrecke dem Grundgliede der Krebsantenne entspräche.

Einer strengen Homologisirung genannter Organe steht aber vor allem die Thatsache entgegen, dass dieselben gerade jenen Abtheilungen der Arthropoden fehlen, welche den Uebergang zwischen den höheren Krebsen und den Insecten vermitteln.

Es dürfte sich also mit diesen Bildungen ähnlich verhalten, wie mit den fazettirten Augen der genannten Arthropodengruppen oder mit den Tympanalwerkzeugen, welche gleichfalls, trotz ihrer vollständigen Uebereinstimmung im Baue, nicht für homologe, sondern nur für convergente Einrichtungen gelten.

Aufgabe künftiger Forschung wird es zunächst sein, einmal die physiologische Bedeutung der Antennal-Otocysten auch experi-

1) Vorläufig notiren wir nur eine allerdings mit Vorsicht aufzunehmende

mentell zu prüfen [1]) und dann zu untersuchen, wie weit diese Organe in der Klasse der Insekten, beziehungsweise anderer Tracheaten, verbreitet sind, und inwieferne sie sich onto- u. phylogenetisch auf einfachere Zustände, speziell auf Einstülpungen und Differenzirungen des Integumentes zurückführen lassen.

Hinsichtlich der Verbreitung unserer Organe sei nur erwähnt, dass wir dieselben bei mehreren Brachyceren, so bei einigen Tabaniden u. Musciden bisher nicht aufzufinden vermochten. Bei anderen Insecten müssten sie jedenfalls in den Grundgliedern gesucht werden.

An den Nachweis von wirklichen Gehörorganen in den Fühlern gewisser Brachyceren möchten wir nun zunächst noch einige Bemerkungen über gewisse andere Sinneseinrichtungen anknüpfen.

Bekanntlich hat Leydig in den Halteren gewisser Zweiflügler Einrichtungen entdeckt, welche er auf Grund der hier vorkommenden stiftartigen Nervenendigungen mit den Hörorganen der Orthopteren in Parallele brachte.

Erwägt man nun einerseits, dass die betreffenden Thiere wahrscheinlich auch mit antennalen Otocysten versehen sind, und anderseits, dass gedachte Einrichtungen sich sehr weit vom Normaltypus eines Hörorgans entfernen, so möchte deren akustische Bedeutung wohl etwas zweifelhaft erscheinen, wenn wir auch nicht in Abrede stellen wollen, dass unter besondern Umständen dieser Sinn durch mehrere und bis zu einem gewissen Grade auch ungleichartige Organe vertreten sein könne.

Eine besondere Bedeutung dürften vorliegende Untersuchungen auch für die Frage haben, inwieweit die Antennen der Insecten mit der ihnen vielfach zugeschriebenen Riechfunction in Beziehung stehen.

Aus dem ganzen Bau dieser Anhänge geht zur Genüge hervor dass sie keineswegs als Sinnesorgane in der gebräuchlichen Bedeutung dieses Begriffes aufzufassen, sondern vielmehr gleich den übrigen Gliedmassen als Körperabschnitte von anatomisch sehr zusammengesetzter Natur zu betrachten sind.

Indem wir nun bewiesen haben, dass diese merkwürdigen

Beobachtung von Paasch (8. p. 255), der, ohne von unseren Otocysten etwas zu wissen, geradezu erklärt, dass Fliegen, wenn man sie durch einen plötzlichen Schall erregt, ihr drittes Fühlhornglied, das sonst am Kopf herabhängt, in die Höhe richten und gleichsam „die Ohren spitzen."

Kopfausstülpungen, bei gewissen Insecten wenigstens, ein ohrartiges Organ in sich beherbergen, wollen wir also nicht im Entferntesten die Möglichkeit ausschliessen, dass in denselben auch noch gewisse andere Empfindungswerkzeuge placirt sein können, dies um so weniger, als ja die Otocysten nur einen kleinen Theil der Gesammtantenne ausmachen.

Zudem haben wir ja gesehen, dass ein grosser Theil des Integumentes mit der Tastfunction in Beziehung stehe, so wie denn auch der Fühlernerv die meisten Fasern gerade an die betreffenden Cuticularanhänge abgibt.

Bekanntlich war es aber Leydig, der auf den Fühlern diverser Arthropoden ausser solchen Tasthaaren noch ganz besondere Anhänge von stäbchenartiger Form als specifische Riechorgane unterschied und gestützt darauf sowie auf einige freilich z. Th. wenig exacte physiologische Beobachtungen und Experimente den Fühlern eine besondere Rolle als Riechwerkzeuge zuschrieb, sowie die Antennennerven nach Form und Ursprung geradezu mit den lobi resp. n. olfactorii der Wirbelthiere homologisirte.

Im Gegensatz zu manchen andern Fachgenossen, welche Leydig's Auffassung von vorn herein verwarfen, haben wir seinerzeit in unserem Werke über die tympanalen Sinnesapparate der Orthopteren (11 pag. 127, Anm. 2) dieselbe auf das Wärmste in Schutz genommen, uns dahin aussprechend, dass an Fühlern und an Körpertheilen überhaupt, wo derartige für die Vermittlung solcher Reize geeignete Integumentstellen vorkommen, eine Riechwahrnehmung sehr wohl annehmbar sei.

Durch eigene vielfältige Untersuchungen haben wir uns aber später überzeugt, dass solche stäbchenartige Cuticularanhänge, an welche, so weit wir Leydig verstehen, die Vermittlung solcher Empfindungen hauptsächlich geknüpft wäre, an den Fühlern sehr vieler Insecten absolut fehlen, und so mussten wir wohl auch davon zurückkommen, die Fühler der Insecten schlechthin und ganz allgemein als Geruchsorgan anzusprechen.

Dasselbe negative Resultat lieferte nun auch eine sorgfältige gerade auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung der Dipterenfühler. Weder bei Sicus, noch bei Syrphus u. a. näher geprüften Brachyceren fanden wir die geringste Spur von den Leydig'schen Riechstäbchen auch nur im Entferntesten ähnlichen Bildungen, und

speciell die Fühlerborste ist ausschliesslich nur mit den beschriebenen Deckhaaren bekleidet.

Halten wir uns dies vor Augen und insbesondere auch die unbestreitbare Thatsache, dass bei Weitem der grösste Theil des Antennennervs an der Otocyste und an den gewissen Borsten und Haaren zur Endigung gelangt, so dürfte die oben erwähnte Vergleichung desselben mit dem n. olfactorius der Vertebraten auch physiologisch keine ganz gerechtfertigte sein[1]). —

II. Neues Organ einer Fliegenmade.

Nichts zeugt von grösserer Einseitigkeit in der Auffassung thierischer Organisation als die Meinung, dass die Wahrnehmung gewisser äusserer Zustände bei allen Thieren im Ganzen und Grossen eine ähnliche sei und auch durch ähnliche Werkzeuge vermittelt werde.

Sowie bei anderen Einrichtungen des Lebens gibt es, in Folge ähnlicher Anlagen oder verwandter Anpassungen auch auf dem Gebiet der Sinnesorgane oder Empfindungsmittel vielfache Uebereinstimmungen und Convergenzen; daneben aber auch noch zahlreiche besondere und vereinzelte Bildungen, die wir freilich um so weniger zu deuten und zu würdigen in der Lage sind, je mehr sie sich von jenen entfernen, die wir an uns selbst zu studiren Gelegenheit haben.

Insbesondere sind es auch die Insekten, die bei der grossen Verschiedenheit ihrer Existenzbedingungen eine Reihe solcher ganz eigenthümlicher Sinneseinrichtungen darbieten.

Im vorigen Abschnitt haben wir speziell gewisse akustische Organe dieser Geschöpfe besprochen, wobei wir uns ausschliesslich auf jene beschränkten, die dem allgemeinen Typus der Ge-

---

1) Wenn uns Leydig (Ueber Amphipoden und Isopoden Zeitschr. für wissensch. Zoologie 30. Bd. Suppl.) den Vorwurf macht, dass wir eine gewisse nervenreiche Stelle der obern Schlundwand der Biene für eine „unzweifelhafte" Nase halten, so dürfen wir wohl bemerken, dass diese Anschauung nicht von uns ausgeht, sondern von Dr. Wolff, dessen Namen und Werk (Riechorgan der Biene etc. Nova acta Leop. Bd. 38) Leydig völlig unerwähnt lässt. —

Dass wir Leydig's Ansicht über die Riechhaare nicht unbedingt „verwerfen", zeigt übrigens Fig. 147 in unserem Buch „die Insekten" I. Bd. (13), in der wir unter den diversen integumentalen Sinnesorganen (allerdings mit Fragezeichen) auch einen „Riechbecher" bringen.

hörorgane entsprechen. Hier möchten wir uns erlauben auf eine Einrichtung aufmerksam zu machen, die zwar mit einem gewöhnlichen Gehörorgan nur eine sehr geringe Aehnlichkeit besitzt, möglicherweise aber doch in diese Kategorie zu stellen ist.

Da man aber vielleicht schon die Lage dieses Organes für ein Hörwerkzeug sehr sonderbar finden wird, scheint es uns angemessen, früher auf die ähnlich situirten Organe hinzuweisen, welche C. Grobben bei der Larve einer andern Fliege, der Ptychoptera contaminata (14) entdeckt hat und deren akustische Bedeutung uns ziemlich sicher erscheint.

Letztere Organe liegen im Hinterleib und zwar an den Seiten des letzten und vorletzten Segmentes. Sie bestehen aus einer corneaartigen Vorwölbung des Integumentes, welche inwendig vom Epithel desselben ausgekleidet wird. Die offene innere Seite dieser blasenartigen Ausstülpung scheint ferner durch eine von „radiären elastischen Fasern" gestützte Membran geschlossen, deren Boden durch einen besondern starken Muskel vertieft resp. gespannt werden kann.

Dass man es hier mit einem Sinnesorgan zu thun hat, beweist die Gegenwart eines besondern Nervs, der freilich „ohne weitere spezifische Endigungsweise" an die Blase herantritt.

Was aber diese Gebilde zu hörblasenartigen Organen stempelt, das sind zwei bis drei im flüssigen Inhalt derselben befindliche otolithenartige Körper.

Ausdrücklich hervorzuheben ist an diesen abdominalen Otocysten im Gegensatz zu den oben besprochenen antennalen Bildungen, einmal, dass sie dem Integumente selbst angehören und dann, dass ihre innere Auskleidung nicht von der Chitinhaut, sondern vom Epithel gebildet wird.

In Folge dieser Lagerungsweise unterbleibt natürlich auch die Entwickelung cuticularer Hörhaare, und so entsteht eine neue Gattung von Hörblasen, die wir den übrigen als aciliose Otocysten gegenüberstellen.

Wir gehen nun auf das von uns entdeckte Organ über. Wir fanden selbes letztes Frühjahr an einer Fliegenmade, die wir mit vielen anderen hübschen Sachen auf dem schlammigen Grund eines hiesigen Ziegelteiches sammelten. Diese Larve ist im ausgestreckten Zustand (Fig. 9) bei 40 mm lang, walzlich, an den Enden stark spindelförmig zugespitzt und bis auf das dunkle Darmconvolut fast

von glasartiger Durchsichtigkeit. Im Ganzen zählten wir daran 11 Ringe, welche mit Ausnahme der endständigen von einem Kranz papillenartiger einziehbarer Fortsätze umgeben sind. Leider war die nähere Bestimmung derselben mit unserer unzureichenden Literatur nicht durchzuführen.

Um das Organ im frischen Zustande zu sehen, legt man die Larve auf die Bauchseite und fixirt sie mit einem geeigneten Quetscher. Dasselbe liegt nämlich in der Mittellinie der Rückenseite und zwar (Fig. 9 und 10) hinter dem Ende des Rückengefässes (Rü) und unmittelbar hinter der Grenzfurche zwischen dem 9. und 10. Segment. Stellt man von oben ein, so zeigt sich zuerst die Körper-Cuticula (Fig. 11 Cu), welche durch längslaufende Leisten jene ganz ausserordentliche Elasticität erhält, welche gerade diese Larve auszeichnet. Bei etwas tieferer Einstellung kommt dann das aus polyedrischen Plattenzellen bestehende Epithel (Ep) zum Vorschein und in Anschluss daran ein Netz von hellen Lappen und Balken mit baumartigen Tracheenausbreitungen d. i. also der Fettkörper (F). Unmittelbar unter den bezeichneten Gewebslagen liegt dann das fragliche Organ, welches somit vom Integument vollkommen abgesondert ist.

Es ist eine helle 0,3 mm lange Blase von birnförmiger Gestalt, deren freier Kopf nach vorn gewendet ist, während sich das hintere Ende oder die Spitze in ein enges Rohr (r) verlängert. Diese Blase ist ihrer beträchtlichen Grösse halber schon bei schwacher Vergrösserung sichtbar. Uebrigens ist sie auch schwer zu übersehen wegen der intensiv schwarzen Körper, welche sie einschliesst und die sich vom hellen Untergrunde ungemein scharf abheben[1]).

Im einzelnen erscheint nun der Bau dieses Organs höchst eigenthümlich. Wir unterscheiden daran die eigentliche Blase mit ihrem Rohr und dann die mit dem Vordertheil derselben verbundenen Nerven und Muskeln. Die Blase mit sammt dem Endrohr (Fig. 10, 11, 12 r) macht den Eindruck einer blindsackartigen Exoderm-Einstülpung. Leider konnten wir den Ursprung des Endrohres nicht auffinden, derselbe liegt aber (Fig. 11 r) jedenfalls am letzten Leibessegment und steht in keiner Weise mit dem am Ende des vorletzten Ringes ausmündenden Darmkanale resp. mit dem

1) In allen unsern Zeichnungen ist das Organ verhältnissmässig zu lang gerathen.

Geschlechtsapparat in Zusammenhang. Fraglich bleibt vor Allem, ob das Blasenrohr, wie wir vermuthen, wirklich vom Integumente entspringt. Das Rohr und die als Enderweiterung desselben erscheinende eigentliche Blase verhalten sich in histologischer Hinsicht genau so wie eine Drüsenbildung. Die Hauptlage bildet ein aus grossen Zellen bestehendes Epithel. Am schönsten sieht man dasselbe (namentlich nach Einwirkung von 35 % Kalilauge) am Kopfende der Blase (Fig. 12 ep). Die Zellen erscheinen als durch spangenartige Septa von einander separirte schlauchförmige helle Fächer, in welchen überall ein deutlicher mit einem kleinen Nucleolus versehener Kern sichtbar ist. Im übrigen Theil sind keine scharfen Zellgrenzen zu unterscheiden, sondern nur grosse granulirte Kerne. Im Endrohr stehen letztere alternirend hintereinander, ähnlich wie an den engen Ausführungsgängen echter Drüsenorgane. Der Epithelialschlauch ist auswendig von einer dünnen homogenen Hülle überzogen, welche als eine tunica propria anzusehen ist.

Von ganz absonderlicher Art sind die dem dritten Stratum d. i. der Chitinhaut angehörigen Gebilde. Von gewissen Complicationen abgesehen haben wir zunächst eine der Epithelialblase entsprechende Chitinkapsel zu unterscheiden, welche sich dem Endrohr entsprechend in einen engen Kanal verlängert.

Letzterer verläuft innerhalb des Endrohres wellenförmig hin- und hergebogen und erinnert so an den Stielmuskel einer Vorticelle.

Die von der Epithelblase eingeschlossene Chitinkapsel ist verhältnissmässig und im Vergleich zur Mächtigkeit ihrer Matrix sehr dünn und zart und vollkommen durchsichtig. Ihre freie (innere) Oberfläche zeigt jedoch bei sehr starker Vergrösserung (Fig. 13 Cu) kleine dachziegelartig sich deckende Schüppchen. Das Merkwürdigste sind aber die in dieser Chitinkapsel eingeschlossenen schon oben erwähnten schwarzen Körper (Fig. 12).

Bei schwacher Vergrösserung erscheinen dieselben als einfache homogene Kügelchen. Unter stärkeren Systemen erweisen sie sich hingegen (Fig. 13) als hohle Chitingebilde von z. Th. höckeriger Oberfläche, die nach Art eines Spritzfläschchens in einen dünnen hohlen Stiel übergehen. Der Körper dieser Gebilde bleibt auch in kochender Kalilauge vollkommen schwarz und undurchsichtig, muss also sehr dicke starke chitinisirte Wände haben. Manchmal hat es den Anschein, als ob er mit einer dunklen zähen

Masse erfüllt wäre, die in Gestalt einer Papille oder auch eines körnigen Stranges in das Lumen des Stiels hineinragt.

Solcher gestielter Körper, wie wir sie nennen, sind im Ganzen acht vorhanden und zwar ordnen sie sich in vier hintereinander liegende Paare, wodurch die Blase das Ansehen eines innerlich segmentirten Organes erhält.

Die Körper der ersten zwei Paare sind nahezu von gleicher Grösse, sie haben im Durchmesser 0,03 mm, die Länge des Stieles beträgt 0,026 mm, dessen Breite an der Spitze 0,0018. Die Körper der zwei hinteren unmittelbar aneinander stossenden Paare sind beträchtlich kleiner als die übrigen; der Durchmesser hat nur 0,02 mm.

Noch bestimmter als in der folgeweisen Anordnung der gestielten Körper spricht sich die zusammengesetzte Natur unseres Organes in der Wiederholung der Hüllen aus, in welchen dieselben eingeschlossen sind. Solcher Hüllen oder Binnensäcke gibt es aber nicht vier, sondern bloss drei, indem die hintersten zwei Paare der gestielten Körper in einer gemeinsamen Scheide sich befinden. Den ersten Sack (s_1) bildet die Kapsel selbst und zwar mit ihrem Kopfabschnitt. Die gewissen Körper hängen, wie Beeren, mittelst ihrer Stiele an der etwas eingestülpten Decke und zwar, gleich den folgenden, in etwas schiefer Richtung von innen nach aussen gewendet. Der betreffende Raum, in dem die Körper sich befinden, ist aber auch hinten vom übrigen Blasenlumen abgeschlossen und zwar, so viel wir sehen, durch eine von den Seitenwänden ausgehende quere Scheidewand.

Um das zweite Paar der gestielten Körper findet sich nun aber ein separater von der Hauptkapsel völlig abgesonderter Hautsack (s_2), wobei die Anheftung der gestielten Körper an der Decke dieser Binnenblase genau dieselbe wie bei der ersten ist. Dieser zweite Sack schliesst sich aber hinter den gestielten Körpern nicht vollständig ab, sondern bildet hier nur eine halsartige Einschnürung und setzt sich dann auf die folgende Blasenabtheilung fort.

Der dritte Binnensack (s_3) gleicht im Wesentlichen dem zweiten, umschliesst aber, wie schon erwähnt, zwei Paare von gestielten Körpern, die sich wieder in analoger Weise wie die früheren an der Wand desselben inseriren.

Wahrscheinlich sind die letzteren zwei Säcke nichts anderes, als Ausstülpungen des Bodens der gemeinsamen Kapsel, die etwa nach Art der Scheiden einer Zwiebel in einander geschachtelt sind.

Auf diese Art kommt es, dass das erste Paar von einer Hülle, das zweite von zwei und das dritte und vierte von drei Hüllen umgeben ist.

Wir kommen nun zu den accessorischen Bestandtheilen dieses seltsamen Organes.

Schon bei mässiger Vergrösserung erkennt man ausser dem Strange, der von der Spitze der Blase nach hinten abgeht (Fig. 10 r) noch zwei andere Ligamente, die an den Seiten des Kopftheiles entspringen, so dass das Organ im Ganzen durch drei Stränge in seiner Lage befestigt erscheint. Letztere Ligamente gehen in schiefer Richtung, die grossen lateralen Tracheenstämme (tr) überbrückend, nach vorne und aussen und inseriren sich an einer noch nicht näher bestimmten Stelle, wahrscheinlich im 7. Körperringel.

Bei stärkerer Vergrösserung erweisen sich diese vorderen Ligamente als Muskeln. Unmittelbar hinter der Ursprungsstelle dieser Muskel sieht man dann an die Blase zwei Paare von Nerven herantreten.

Der erste Nerv (Fig. 12 n_1) ist ziemlich dünn, bildet aber unmittelbar am Kopf der Blase eine dicke ganglienartige Anschwellung, in der mehrere blasse Kerne zu bemerken sind. Ueber die Art der Endigung dieses Nervs konnten wir leider nichts näheres herausbringen; ohne Zweifel tritt er in Zusammenhang mit dem Blasenepithel.

Ebenso wenig wissen wir über die Endigung des zweiten Nervs (n_2), der viel dicker als der erste ist.

Alle die beschriebenen Theile, die Blase selbst, das Endrohr, die Muskeln und Nerven sind theils untereinander, theils mit den benachbarten Organen wie mit den Tracheen und insbesondere mit den sehnigen Ausbreitungen der Herz-Flügelmuskeln durch ein eigenthümliches Bindegewebe verknüpft. Dasselbe (Fig. 14) zeigt die grösste Verwandtschaft mit gewissen elastischen Fasernetzen der höheren Thiere und dürfte dessen Vorkommen mit den ausserordentlichen Lageverschiebungen in Beziehung stehen, welche gewisse Weichtheile bei diesen Maden zu erdulden haben[1]).

1) Aehnliche elastische Fasernetze haben wir seiner Zeit am Rückengefäss verschiedener Insekten nachgewiesen. (Vgl. über den propuls. Apparat der Insekten, dieses Archiv 9. Bd. 1872.)

Nun, für welche Function mag dieses seltsame und complizirte Organ wohl geeignet sein?

Unserer Ansicht nach muss es entweder eine Drüse oder aber ein Sinnesorgan sein. Für die Annahme, dass es eine Drüse sei, spricht ganz besonders der mehr erwähnte Ausführungsgang, und wir würden auch diese Annahme ohne weiteres acceptiren, wenn nicht die Lagerung der gewissen Inhaltskörper einer solchen Auffassung entgegen wäre.

Wenn wir nämlich unser Organ für eine Drüse halten, so müssen wir auch wohl annehmen, dass das betreffende Secret von den Epithelzellen abgesondert und in die Chitinkapsel entleert wird. Dann fragt es sich aber wozu dienen, von den Binnenblasen ganz abgesehen, die gestielten Körper derselben? Würden deren Stiele in das Lumen der Kapsel hineinragen, so könnte man sie selbst für Drüsen ansprechen, so aber, da ihre Mündung nach Aussen gegen das Epithel gerichtet ist, ist dies wohl nicht anzunehmen und aus dem gleichen Grunde kann man sie auch nicht als etwaige Behälter der Drüsensecrete betrachten.

Uebrigens ist an den gestielten Körpern gar keine freie Mündung nachzuweisen, es scheint vielmehr, dass, wenn dieselben auch durch Einstülpung von der Wand der Kapsel her entstanden sind, die Invaginationsöffnung nachträglich wieder obliterirte.

Lässt sich aber die Annahme, dass das fragliche Organ eine Drüse oder das Behältniss einer solchen ist, nicht wohl aufrecht erhalten, so bleibt uns keine andere Wahl als es für ein Sinnesorgan zu erklären, und da es theils seiner Lage, theils seinem Bau nach, kein Tast-, Riech-, Geschmack- oder Sehwerkzeug sein kann, so muss es wohl in die Kategorie der akustischen Werkzeuge gestellt werden.

Wir glauben aber, dass sich eine solche Annahme, zu welcher wir zunächst mittelst der Methode der Elimination gelangt sind, auch durch positive aus der Beschaffenheit des Organes selbst entnommene Gründe stützen lasse.

Die zwei Hauptbestandtheile eines cystidalen Hörorganes, nämlich ein blasenartiges System von Zellen, das mit einem besonderen Nerv verbunden ist und dann ein die Schallschwingungen auf dasselbe übertragendes flüssiges Inhaltsmedium sind leicht nachzuweisen.

Vermisst werden zunächst nur die gewissen elastischen Anhänge der Hörzellen.

In dieser Hinsicht möchten wir aber die Ansicht aussprechen, dass möglicherweise und unter gewissen Bedingungen die Hörzellen doch auch direkt d. i. ohne Vermittlung solcher besonderer Endgebilde durch die an sie heran kommenden Schallwellen erregt werden können, etwa in analoger Weise, wie die perzipirenden Elemente des Auges z. Th. gleichfalls ohne Dazwischentreten der gewissen Terminalorgane, wie wir solche an den höher differenzirten Sehwerkzeugen vorfinden, von den Lichtwellen afficirt werden.

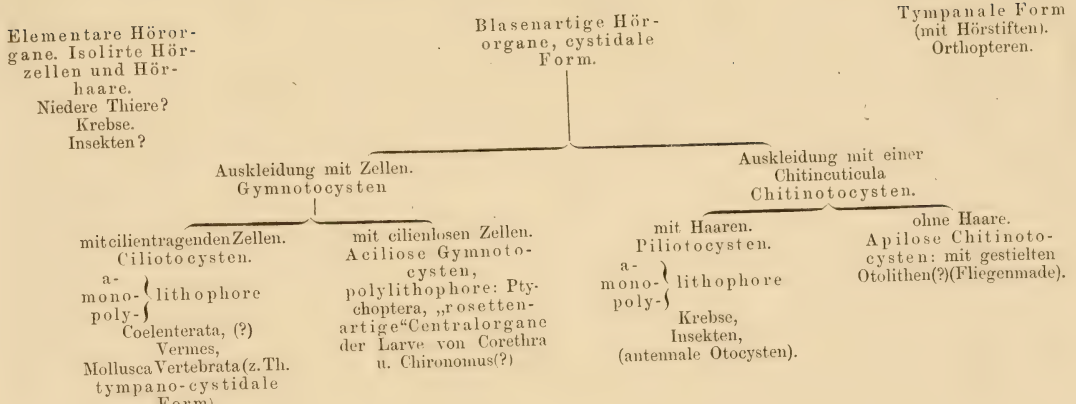
Was aber die den Otocysten so eigenthümlichen Hörsteine betrifft, so stehen wir, falls unser Organ überhaupt ein Sinneswerkzeug sein sollte, keinen Augenblick an, die gestielten Körper als Analoga derselben zu betrachten, ja es will uns scheinen, dass, wenn wir nur erst gewisse Vorurtheile überwunden haben, die Beschaffenheit dieser Gebilde selbst auf ein Hörwerkzeug hindeutet.

Aus der obigen Beschreibung geht hervor, dass dieselben erstens relativ schwere, weil ausserordentlich dickwandige Körper sind und zweitens, dass dieselben mittelst dünner, also auch leicht biegsamer Fäden frei an der Decke der gewissen Binnenblasen aufgehängt sind.

Physikalisch genommen lassen sich also diese Körper mit den Klöppeln einer Glocke vergleichen und wir meinen, dass nach diesem Prinzip eingerichtete Otolithen in jeder Hinsicht der Bestimmung entsprechen dürften, welche man den Gehörsteinen gewöhnlich zuschreibt. —

Mag aber die in Rede stehende Blase ein wirkliches Hörorgan oder eine Drüse sein, jedenfalls haben wir es mit einer Einrichtung zu thun, die eine weitere Untersuchung werth ist.

Uebersicht der wichtigsten Formen der Hörorgane.



Erklärung der Abbildungen.

Taf. III.

Fig. 1. Endglied des Fühlers von Sicus ferrugineus im optischen Durchschnitt. B o Fühlerborste a g k äussere, i g k innere Gelenkkapsel. ö Oeffnung im Fühlergelenk, l Leiste der äusseren Gelenkkapsel, e Epithel derselben, g c Gehörkapsel (Otocyste) unterhalb der z. Th. abgetragenen Fühlerwand. Vergr. 250/1.

Fig. 2. Chitinkapsel der Otocyste ebendaher stärker (600 mal) vergrössert und zwar unten in der Flächenansicht, oben im optischen Durchschnitt mit den Hörhaaren. Zeiss Immers. L.

Fig. 3. Leiste und Epithel der Gelenkkapsel ebendaher. z Zellen, k Kerne derselben. Vergr. 700/1.

Fig. 4. Endglied des Fühlers einer Helomyza.
h gelenkige Haare, b steife Deckhaare, g c Gehörkapsel, o l Otolith(?), g Gelenk, n Fühlernerv. Vergr. 270/1.

Fig. 5. Otocyste ebendaher, durch Quetschung seitlich aufgesprengt. z Epithelzellen. Vergr. 550/1 Zeiss Immers. L.

Fig. 6. Rechter Fühler von Syrphus balteatus Deg. im optischen Durchschnitt. I. II. III. die drei Glieder desselben. S t Stirnhaut. N Fühlernerv n_1 erster, n_2 zweiter, n_3 dritter, n_4 vierter Ast desselben. m^I Muskeln im Basalglied, T r Tracheenstamm, t r blasenartige Erweiterung desselben im Endglied, g a Ganglien an der Basis der gelenkigen Borstenhaare, g Gelenk zwischen dem 2. und 3. Fühlerglied, ö Oeffnung in demselben, g c (chitinöse) Gehörkapsel, ringsum das Epithel und aussen die tunica propria, a Wand des Fühlerendgliedes mit den Deckhaaren und den Wurzeln der gelenkigen Haare. Vergr. 180/1. Zeiss Immers. L.

Fig. 7. Chitinöse Kapsel der Otocyste ebendaher in der Flächenansicht, n Wand, h p Haarplatten, h Wurzel der Hörhaare, h g Grube derselben, f u Furchen zwischen den Haarplatten. Vergr. 1100/1. Zeiss Immers. L.

Fig. 8. Otocyste ebendaher im optischen Durchschnitt, h h Hörhaare, h p o den Hörhaaren entsprechende Porenkanäle in der Wand der Chitinkapsel, Z Zellen der Hörblase, t p tunica propria derselben. Vergr. 1100/1. Zeiss Immers. L.

N. B. Sämmtliche Figuren nach Präparaten, die zuerst mit Osm., dann mit absol. Alcohol behandelt und zuletzt in Kreosot aufgehellt wurden.

Taf. IV.

Bezieht sich ausschliesslich auf die Made einer Diptere.

Fig. 9. Die betreffende Made in nat. Grösse, das fragliche Organ X an der Rückenseite.

Fig. 10. Hinterende derselben 20 mal vergrössert, 8, 9, 10, 11 Ringe derselben. t r laterale Tracheenstämme, R ü Rückengefäss, X das fragliche Organ. r davon nach hinten abgehendes Rohr, m zwei von ihm nach vorne verlaufende Muskeln.

Fig. 11. Das fragliche Organ mit seiner Umgebung. R ü Rückengefäss, t r laterale Tracheenstämme, f m Flügelmuskel, X das Organ, m Muskeln, r Rohr, n Nervenstämme, F Fettkörper, C u Cuticula des Integumentes, E p Epithel desselben. Vergr. 100/1. Zeiss Immers. L.

Fig. 12. Das Organ isolirt. K Kopf, S p Spitze der Blase, E p Epithel derselben, C a Chitinkapsel s_1. s_2, s_3 die drei Binnensäcke derselben, st gestielte Körper, m Muskeln, n_1 erster, n_2 zweiter Nervenstamm, g a ganglienartige Anschwellung des ersten, r röhrenartige Verlängerung der Blase. Vergr. 400/1. Zeiss Immers. L.

Fig. 13. Ein Paar gestielter Körper, K Körper derselben, s t Hohler Stiel, C u beschuppte Cuticula, an welche sie angeheftet sind. Vergr. 1000/1. Zeiss Immers L.

N. B. Sämmtliche Figuren nach frischen Präparaten.

Fig. 14. Partie elastischen Bindegewebes aus der Umgebung des fraglichen Organs nach Behandlung mit kochender Kalilauge. Vergr. 1000/1. Zeiss Immers. L.

Die fibrilläre Structur der Nervenelemente bei Wirbellosen*).

Von

Dr. **Hans Schultze**

in Kiel.

Hierzu Taf. V und VI.

Historisches.

Während wir in der Neurologie der Wirbelthiere Max Schultze als den Entdecker der „fibrillären Structur“ des Axen-

*) Die hier mitgetheilten Untersuchungen bilden den zweiten Theil der Beantwortung einer Preisfrage, welche die Universität Kiel bezüglich des

cylinders betrachten und aus den älteren Angaben Remaks nur die Keime dieser Lehre herauslesen können, so ist die Begründung der Lehre vom fibrillären Bau bei den Wirbellosen wohl unbestrittenes Verdienst dieses letzteren Forschers.

Remak, der Entdecker des Axencylinders und der marklosen Sympathicusfaser der Wirbelthiere, bereicherte die Neurologie der Evertebraten durch zahlreiche wichtige Entdeckungen und lieferte den ersten sicheren Nachweis der „Primitivfibrille". Man mag es einen merkwürdigen Zufall nennen, dass grade die erste Remak'sche Beobachtung über die Fibrillarität an myelintragenden Fasern von Astacus fluviatilis angestellt wurde. Denn an anderer Stelle [1]) habe ich auszuführen versucht, dass in erster Linie die störenden Lichtbrechungsverhältnisse der Myelinscheide die Ursache waren, dass die Max Schultze'sche Theorie für den Axencylinder der Wirbelthiere keine Anerkennung finden konnte. Indessen darf uns obiger Zufall nicht überraschen, wenn wir die erstaunliche Grösse jener Astacusfasern ins Auge fassen. Ich kann hier die Bemerkung nicht unterlassen, dass verschiedene Classen der Evertebraten unter ihren nervösen Structurelementen überraschend klare und insbesondere für den fibrillären Bau instructive Objecte liefern. Diesem Umstande ist es zu danken, dass die Remak'schen Beobachtungen alsbald bei zahlreichen Forschern für verschiedene wirbellose Classen ein lebhaftes Echo fanden, dass grade diese grosse Uebereinstimmung im Bau der Nerven Wirbelloser auf der anderen Seite wiederum Max Schultze in der Vertheidigung seiner Theorie nur bestärken konnte. In Folgendem habe ich kurz die zahlreichen neuro-histologischen Arbeiten über diesen Gegenstand in chronologischer Reihenfolge gemustert; trotzdem wir in den Arbeiten von

---

fibrillären Baues der Nerven im Jahre 1877 gestellt hatte. Den ersten Theil habe ich bereits aus äusseren Gründen im Archive für Anatomie und Entwickelungsgeschichte publicirt und verweise ich namentlich Betreffs des Untersuchungsverfahrens auf das dort Gesagte. Der vorliegende zweite Theil, die Nerven der Wirbellosen anlangend, ist inzwischen von mir weiter aus- und umgearbeitet worden und habe ich die nöthigen Nachuntersuchungen ebenfalls im anatomischen Institute zu Kiel angestellt. Herrn Professor Flemming sage ich aufs Neue für seine gütigst mir gewährte Unterstützung aufrichtigen Dank!

1) Vgl. meine Abhandlung: „Axencylinder und Ganglienzelle" im Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgeschichte. 1878. Hft. IV.

Solbrig und Hermann erschöpfende, historische Data finden, hielt ich die nachfolgende Zusammenstellung für das historische Verständniss der Lehre vom fibrillären Bau nicht für überflüssig.

Vor Remak sind in der Literatur nur spärliche histologische Notizen über feinere nervöse Structurelemente bei Wirbellosen zu finden. Valentin[1]) beschreibt einen granulirten Bau der Nerven sowohl wie der Ganglienzellen von Astacus und Hirudo. Remak[2]) untersuchte vor Allem das Nervensystem von Astacus fluviatilis; hier entdeckte er jene breiten, doppelt-contourirten Fasern, wie sie, soweit bis jetzt bekannt, nur noch bei Lumbricus agricola vorkommen. Die breite, durch Osmium sich schwarz färbende Myelinscheide umschliesst das zuerst von Remak gesehene centrale Fibrillenbündel, welches Remak sofort für das Analogon des Axencylinders erklärte. Remak[3]) schildert ferner bei Astacus fluviatilis das Protoplasma der Ganglienzellen als aus zart granulirten, den Kern umkreisenden Fasern bestehend. Remak fügt indess hinzu: „die Fasern erstrecken sich nicht bis in den Fortsatz hinein". Dieselbe „concentrische Streifung" sah Remak[4]) an Ganglienzellen von Raja batis, die längere Zeit in Chromsäure gelegen hatten.

In einer fast gleichzeitig erschienenen Arbeit Hannovers[5]) wird an den Nervenstämmen der Mollusken eine Längsstreifung beschrieben; die Nervenfasern der Krebse dagegen besitzen nach Hannover einen granulirt-nebelartigen Inhalt in membranartiger Hülle. Dagegen weicht Helmholtz[6]) in seinen Angaben von Remaks Beobachtung ab. Helmholtz beschreibt die Nerven verschiedener Wirbelloser als zarthäutige Cylinder mit „flüssigem Inhalt". Helmholtz beschreibt ferner zwischen den „Primitivfäden" aus wellenförmigen Fibrillen zusammengesetztes Zellgewebe, welchem zuweilen Kerne anliegen.

---

1) Valentin: Nova acta academ. natur. cur. T. XVIII. 1836.

2) Remak: Observat. anat. et microsc. de systemat. nerv. struct. — Diss. Berolini 1838.

3) Derselbe in Müller's Archiv 1844.

4) Derselbe: Bericht über die XXIX. Vers. deutscher Naturforscher in Müller's Archiv 1852.

5) Hannover: Recherches mikrosc. sur le système nerv. 1844. Copenhagen.

6) Helmholtz: De fabric. system. nerv. evertebr. Berolini. Diss. 1842.

Im Jahre 1844 beschreibt Will[1]) eine „fibrilläre Structur“ an den von ihm entdeckten multipolaren Ganglienzellen von Hirudo, und zwar sah Will die Streifung gleich deutlich am Zellkörper wie Fortsatz.

Zwei Jahre später schildern Lebert und Robin[2]) bei Mollusken feinste Primitivfasern, welche kaum als solche noch erkennbar waren.

Aus dem Jahre 1857 liegen dann zwei weitere Arbeiten von Faivre[3]) und Haeckel[4]) vor. Faivre erwähnt membranhaltige Ganglienzellen mit granulirtem Inhalt; die Körnchen schienen in amorpher Masse eingebettet zu liegen. Auch vergleicht schon Faivre die Primitivfäden der Wirbellosen wegen ihres Aussehens mit den Sympathicusfasern der Wirbelthiere.

Haeckel erklärt den Inhalt der Primitivfasern von Astaeus für eine homogene halbflüssige Masse und hält dieselben für das Analogon des Axencylinders der Wirbelthiere.

Weitere bestätigende Angaben über eine fibrilläre Structur wurden von Dr. Georg Walter[5]) gemacht. Walter beobachtete an den grossen, unipolaren Ganglienzellen des Gehirns von Lumbricus agricola ein eigenthümliches Verhalten der Zellfortsätze. Er sah nämlich wie mehrere, von verschiedenen Zellen herstammende Fortsätze durch innige Verschmelzung zur Bildung eines breiten „Nervenbandes“ gewissermaassen zusammenflossen. Gleich häufig sah Walter eine stets dichotomische Theilung der Fortsätze bis in feinste Fibrillen (vergl. seine Fig. Vh auf Taf. II). Der Zellinhalt zeigte stets concentrische Streifung: „Die äussersten Ringe bogen am Ursprung des Fortsatzes von ihrer concentrischen Richtung ab und gingen in den Fortsatz über.“ Walter konnte ferner mit verdünnter Salpetersäure und caustischer Natronlauge die Fortsätze wiederholt in „Fibrillen“ zerlegen; und zwar giebt er die Maasse der letzteren in der Breite auf durchschnittlich 0,0003 mm an. Walter beob-

1) Will: „Vorläufige Mittheilung“ etc. in Müller's Archiv 1844.

2) Müller's Archiv 1846.

3) Etudes sur l'histologie compar. du système nerv. etc. 1857.

4) Haeckel: „Die Gewebe des Flusskrebses“. Müller's Archiv 1857.

5) Walter: Mikrosc. Studien über d. Centralnervensystem wirbelloser Thiere. Bonn 1863.

achtete ferner eine multipolare Zelle, deren Körper durch die Präparation in Fibrillen zertrümmert war. In den Seitennerven von Lumbricus sah Walter an den Fibrillen Varicositäten.

In demselben Jahre 1863 erschien Waldeyers[1]) berühmte Arbeit über den Axencylinder, in welcher die Lehre vom fibrillären Bau für die Nervenfasern der Wirbellosen allgemein bestätigt wurde; dagegen gelang es Waldeyer bekanntlich nicht, trotz ausserordentlich umfangreicher Versuche mit den verschiedensten Reagentien, den Axencylinder der Wirbelthiere in Fibrillen zu zerlegen. Waldeyer sah zwischen den Fibrillen der Nerven Wirbelloser eine feinkörnige Substanz, welche er indessen nach seinen Präparaten für ein Kunstproduct, für zertrümmerte Fibrillen erklärte. — Waldeyer verdanken wir ferner die erste scharfe Gliederung der Nerven Wirbelloser in zwei Grund-Typen. Der erste Typus entspricht den „nackten" Axencylindern Max Schultze's, wohingegen der zweite Typus der II. Classe der Nervenfasern nach M. Schultze (Sympathicus, Olfactorius) gleichkommt. Auch suchte Waldeyer den Begriff der Nerven-„Faser" bei Wirbellosen zu präcisiren, insofern er die Fasern je nach ihrer Breite und Zusammensetzung als „primäre", „secundäre" etc. Fibrillenbündel zu bezeichnen vorschlägt.

Im Jahre 1864 erschien Leydigs[2]) umfassendes Werk über den Bau des thierischen Körpers, in welchem zahlreiche wichtige Mittheilungen über das Nervensystem Wirbelloser veröffentlicht wurden. Leydig hat auf die hier erörterten Structurverhältnisse insbesondere die Thoraxknoten mehrerer Insekten, sowie die Ganglien der Hirudineen untersucht.

Von den Ganglienzellen gebraucht er den von ihm zuerst gewählten Ausdruck der concentrischen Streifung des Protoplasmas; die Zellfortsätze erschienen ihm fibrillär. Ueber die Nervenfasern sagt er (pag. 92): „Bei Wirbellosen entstehen die Nervenfasern in den Centren aus der Vereinigung feinster Fäserchen, wobei die Vereinigung nach der Peripherie hin so innig werden kann, dass die daraus hervorgehenden Einheiten ein anscheinend (!) homogenes

1) Waldeyer: In d. Zeitschrift f. rationelle Medicin. Bd. XX Hft. III. 1863.

2) Leydig: Vom Bau des thierischen Körpers. Tübingen 1864.

Ansehen erhalten." Leydig entdeckte ferner bei Lumbricus doppelt-contourirte Fasern mit „centralem Fibrillenbündel". Doch war der fibrilläre Bau des letzteren im Verlaufe nicht deutlich zu erkennen; vielmehr zeigte er nur in der Nähe seines Abganges von der unteren Portion des Gehirns ein blassstreifiges Ansehen.

Die Zellfortsätze lösen sich nach Leydig in den Centren in „fibrilläre Punktsubstanz" auf. Letztere Bezeichnung wählt er für das centrale „netzförmig-gestrickte Gewirr feinster Fäserchen". Die Nervenfasern enthalten nun nach Leydig entweder nur Punktsubstanz, in Längszügen angeordnet, oder aber es tritt eine scharfe Differenzirung zu Nerven-„Fasern" auf. In dieser Beziehung sind z. B. die Commissuren und peripheren Nerven von Lumbricus nach Leydig scharf zu trennen. Nach Leydig sind ferner die cerebrospinalen Fasern von den sympathischen durch ihr Aussehen zu unterscheiden; erstere erscheinen mehr homogen, nicht eigentlich längsgestrichelt; letztere dagegen besitzen eine längsgranuläre Strichelung. Die cerebrospinalen haben ferner ein distinctes, bindegewebiges Neurilemm, die sympathischen dagegen besitzen kein Neurilemm.

So traten also zwei der competentesten Forscher rückhaltlos für die „fibrilläre Structur" ein, und doch müssen wir noch eine ganze Reihe entgegengesetzter Angaben späterer Autoren hier citiren. Fast gleichzeitig mit Waldeyer's Arbeit erschienen die sorgfältigen Untersuchungen von Buchholz[1]) über das Nervensystem der Süsswassermollusken. Während Buchholz das Aussehen der Nervenstämme als feinstreifig erkannte, beschreibt er an der Ganglienzelle zwei Substanzen, von denen die eine leicht durch Druck in Form hyaliner Tropfen auspressbar, die zurückbleibende, körnige Masse aber durchaus gleichwerthig der fibrillär geordneten Inhaltsmasse der Nervenstämme erschien. Die Zellfortsätze dagegen erschienen Buchholz nur selten fibrillär; er schildert sie als breite abgeplattete Bänder. Während nun aber Buchholz die Fibrillen der nervösen Centralsubstanz zwar aus der Theilung der Zellfortsätze hervorgegangen an-

1) Buchholz: Bemerkungen über den histolog. Bau d. Centralnervensystems d. Süsswassermollusken in Müller's Archiv. 1863.

nimmt, protestirt er ausdrücklich dagegen, diese als Bündel feinster Fibrillen zu betrachten; die „Primitivfasern", die nach Buchholz einen sehr verschiedenen Breitendurchmesser in ein und demselben Nerven zeigen sollen, und zu denen Buchholz auch die Fortsätze centraler Ganglienzellen rechnet, waren stets „homogen". Dagegen soll die über den Oesophagus hinwegziehende obere Commissur bei den von Buchholz untersuchten Mollusken[1]) ein Bündel kaum messbarer Fibrillen repräsentiren. Dieser auffallende Widerspruch in den Ergebnissen seiner Untersuchungen zwingt uns also anzunehmen, dass Buchholz sich die feine Streifung der Nervenstämme lediglich aus der Zusammensetzung aus „Primitivfasern" erklärt, dieselbe somit nicht auf „fibrillären" Bau im eigentlichsten Sinne zurückführt. Wir vermissen bei Buchholz eben die scharfe Begriffssonderung der „Faser" und „Fibrille".

Schwalbe[2]), welcher die Ganglienzellen von Limax empiricorum untersuchte, beschreibt an denselben eine concentrische Streifung; die Zellfortsätze strahlen aber pinselförmig in die Zellsubstanz ein.

In einer im Jahre 1869 erschienenen Arbeit Boll's[3]) schliesst sich der Verfasser rückhaltlos der Lehre vom fibrillären Bau der Nervenfasern Wirbelloser an, was ich besonders betonen muss, da Boll bekanntlich für den Axencylinder der Wirbelthiere in neuester Zeit diesen Bau nicht anerkennt.

In der im Jahre 1872 veröffentlichten preisgekrönten Arbeit Solbrigs[4]) über die Gasteropoden vermisse ich, wie bei Buchholz, eine scharfe Auseinanderhaltung der Nerven-„Faser" und „Fibrille". Solbrig beschreibt sehr verschieden breite Fasern (bis zu unmessbarer Feinheit!), welche in ihrer Eigenschaft mit der Ganglienzellsubstanz durchaus übereinstimmen, insofern beide aus „fest-weicher" homogener Masse bestehen. Fibrillären Bau sah Solbrig nur bei Anwendung von Osmiumsäure und

1) Limnaeus stagnalis; Planorbis corneus.

2) Schwalbe: Ueber den Bau der Spinalganglien etc. in M. Schultze's Archiv IV. 1868.

3) Boll: Beiträge zur vergl. Histologie d. Mollusken-Typus. Schultze's Archiv Bd. IV. 1869.

4) Solbrig: Ueber die feinere Structur der Nervenelemente bei den Gasteropoden. Von d. medic. Facultät zu München 1870 gekrönte Preisschrift.

Chromsäure und hält denselben für den Ausdruck einer Unregelmässigkeit an der Oberfläche der Fasern (!). Solbrig sagt pag. 42: „Die fibrilläre Anschauung hat viel Verlockendes für sich, da im Ganglion aus der fein-faserigen Substanz breite Fasern hervorgehen. Es ist wahrscheinlich, dass die breiten Fasern aus einer Summe feiner Elemente bestehen, aber es ist möglich (!), dass die Vereinigung gleich ist einer Verschmelzung etc."

Die neuesten Beiträge zur Kenntniss des Nervensystems Wirbelloser liefert Hermann [1]) in seiner ausgezeichneten Monographie über den Blutegel. Was die hier discutirten Structurverhältnisse betrifft, so constatirte Hermann in den peripheren Nerven von Hirudo medic. überall die Fibrille als letzte Structureinheit. Dagegen beschreibt Hermann ein von den Angaben früherer Autoren ganz abweichendes Verhalten der Ganglienzellsubstanz bei Hirudo; der Zellinhalt erschien im frischen Zustande ungemein hell und bestand im Innern aus verschieden grossen Körnchen; die Rindenschicht der Zelle hingegen war glashell, homogen, desgleichen der Zellfortsatz, an welchem Hermann durchaus keine weitere Structur erkennen konnte. Indessen wurde die Untersuchung im frischen Zustande erheblich erschwert durch ein körnig-fibrilläres, der Zelle aussen anhaftendes Gewebe, sodass Hermann seine Zuflucht zu erhärteten Alcoholpraeparaten nehmen musste. An diesen nun sah Hermann einen ganz ähnlichen Bau, wie ihn Fleischl [2]) an den mit Borsäure behandelten Zellen des Ganglion Gasseri von Rana beschrieben (globuläre und interglobuläre Substanz). Nach Hermann war die den grösseren Theil der Zelle erfüllende Substanz homogen oder feinkörnig; sie giebt der Zelle Form und Gestalt und constituirt allein den Fortsatz; dieser letztere zerfällt an einigen Zellen in zwei, an anderen in drei „Fibrillen", deren Breitendurchmesser Hermann auf 0,006 mm angiebt. Das uns hier hauptsächlich interessirende Hauptverdienst der Hermann'schen Arbeit liegt in der klaren Definition des Begriffs der

1) Hermann: Centralnervensystem v. Hirudo medic. Gekrönte Preisschrift. München 1875.

2) Fleischl: „Ueber die Wirkung von Borsäure auf frische Ganglienzellen". Wiener Sitzungsberichte Bd. XLI. II. 1870.

„Nervenfaser". Nach Hermann verlaufen in dem durch Neurilemmascheidewände abgefächerten Nervenstamm „nackte" Fibrillenbündel. Das primäre Neurilemmarohr ist nämlich in nahezu gleichgrosse Fächer abgetheilt, der Inhalt dieser Fächer repräsentirt somit eine der Nervenfaser der Wirbelthiere durchaus analoge Einheit.

Werfen wir einen Blick zurück auf die zahlreichen Untersuchungen genannter Autoren, so leuchtet es ein, dass die auf Remak zurückzuführende Lehre vom fibrillären Bau der Nerven Wirbelloser eine erweiternde Bestätigung gefunden hat durch die Studien von Hannover, Will, Lebert und Robin, Walter, Waldeyer, Leydig, Boll und Hermann. Von diesen Forschern sind es Walter, Waldeyer und Leydig, welche der Lehre die allgemeinste Ausdehnung verschafft und sich den grössten Ruhm ihrer Begründung erworben haben. Andere Autoren wie Buchholz, Solbrig halten zwar an der Thatsache fest, dass in den gangliösen Centren aus der fortgesetzten Theilung der Zellfortsätze die körnig-fibrilläre Centralsubstanz hervorgeht, dass ferner in dieser Substanz die Bildungsstätte der aus dem Ganglion entspringenden Nerven zu suchen ist; indessen halten sie es für nicht erwiesen, dass Zellfortsätze und Nervenfasern und -Stämme als Bündel von Fibrillen zu betrachten seien.

Während die Ansicht von Helmholtz, dass der Inhalt der Nervenstämme im Leben „flüssig" sei, keine Beachtung bei den späteren Autoren gefunden, treten Haeckel, Buchholz und Solbrig für eine „homogene" Beschaffenheit der Zellfortsätze und Nervenfasern ein. Wir sehen also, es sind genau dieselben Controversen, welche wir gelegentlich einer Erörterung der Max Schultze'schen Theorie[1]) zu erwähnen hatten. Dieselben Argumente (Auflösung der Zellfortsätze in fibrilläre Centralsubstanz, Aufbau der Nervenfasern aus dieser letzteren) sind es, welche auch hier einer in der Continuität der Nervenfasern und Nervenstämme beobachteten Fibrillarität mächtig das Wort reden. Nur vermissen wir, und zwar gerade bei den neueren Autoren, ein Argument, welches Max Schultze mit so viel Glück für seine Theorie heranzog; ich meine das Verhalten der Nervenfasern an der

1) Vgl. meine Darstellung im Archiv für Anatomie u. Entwickelungsgeschichte. Heft. IV. 1878.

Peripherie, ihre Aufsplitterung in „Fibrillen“, wie wir sie aus so vielen Terminalgeweben bei Wirbelthieren kennen. Der einzige Autor, der meines Wissens das Verhalten der Nervenfasern Wirbelloser an der Peripherie erforschte, ist Flemming[1]). Flemming beschreibt Nervenendigungen im Epithel des Fühlerknopfs von Helix pomatia sowie im Epithel der Mantelzacken von Mytilus edulis. Da Flemming auch in dem Endplexus der Nerven genannter Gegenden bis dahin völlig unbekannte Structurverhältnisse entdeckte, werde ich weiter unten eingehender darauf zurückkommen.

I. Gasteropoden.

Die von mir untersuchten Gasteropoden Helix pomatia, Helix nemorosa und Arion ater zeigen hinsichtlich der feineren Structurverhältnisse des Nervensystems eine derartige Uebereinstimmung, dass die nachfolgende Schilderung für alle 3 Thiere gleichmässige Geltung besitzt.

Untersuchungsmethoden.

Ich untersuchte von Helix pomatia, Helix nemorosa und Arion ater das Ganglion supra- und infraoesophageum, sowie die peripheren Nervenstämme und die Commissuren, ferner prüfte ich die (sympathischen) Darmnerven der genannten Gasteropoden; von Helix pomatia untersuchte ich ausserdem den Fühlernerv mit dem Ganglion, den peripherischen gangliösen Strängen sowie die Nervenendigungen im Epithel des Fühlerknopfs. Meine Untersuchungen wurden sowohl an frischen wie an conservirten Objecten angestellt. Zur Untersuchung im frischen Zustande wählte ich das Jodserum sowie vorzugsweise die zähe Leibesflüssigkeit dieser Thiere, welche auch im lebenden Körper die Ganglien und grösseren Ner-

1) Flemming: „Die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken“; sowie Derselbe: „Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken“; M. Schultze's Archiv Bd. V u. VI. 1870. Derselbe: „Zur Anatomie der Landschneckenfühler u. zur Neurologie d. Mollusken.“ Zeitschrift f. wissensch. Zoologie Bd. XXII, Heft III.

venstämme umspült. Freilich musste ich mir sagen, dass die letztere nur bedingungsweise als „indifferent" betrachtet werden kann, da eine Verunreinigung durch beigemengten Hautschleim kaum zu vermeiden ist. Ausserdem prüfte ich Schnittpräparate frisch gefrorener Objecte. Von conservirenden Reagentien benutzte ich ausschliesslich die gelegentlich meiner Untersuchungen über den Axencylinder erprobten Reagentien, und zwar vorzugsweise sehr stark verdünnte (— 0,02 pCt. herab) Lösungen des Ammonium bichromicum, schwache Osmiumsäurelösungen und den von Ranvier empfohlenen Alcohol dilutus (20—10 %). — Zur Erlangung günstiger Schnittpräparate härtete ich die herauspräparirten Ganglien sowie ganze Thiere in Alcohol; auch härtete ich vorher gefrorene Objecte in 1—2procentiger Osmiumsäure. Zur Beobachtung der Darmnerven habe ich mit gutem Erfolge die Gold-Ameisensäure-Methode benutzt; auch lieferte mir concentrirte Essigsäure mit nachheriger Carmintinction vortreffliche Structurbilder der Darmnerven. Von Tinctionsmitteln kann ich das carminsaure Ammoniak, das picrocarminsaure Natron, Haematoxylin hervorheben.

Die Ganglienzelle der Gasteropoden.

Zerzupft man ein Ganglion supra- oder infraoesophageum eines Gasteropoden und betrachtet man das Präparat mit schwachem System, so wird das Auge überrascht durch die auffallende Differenz in der Grösse der Ganglienzellen. Schon Leydig hebt diese überraschenden Grössenunterschiede hervor. Buchholz beschreibt in seiner oben citirten Arbeit Zellen, deren grösster Durchmesser 240 μ betrug, wohingegen kleinste, noch mit allen Attributen centraler Ganglienzellen versehene Zellkörper nur noch 3 μ maassen. Solbrig bildet eine Zelle ab, deren Längsdurchmesser 220 μ, deren Querdurchmesser 150 μ massen. Der grösste von mir bestimmte Diameter (spindelförmige Zellen schloss ich aus) betrug 320 μ; der kreisrunde Kern dieser riesigen Zelle maass 260 μ im Durchmesser.

An frisch zerzupften Objecten gelang es nur selten, wie dies auch Solbrig hervorhebt, scharf abgegrenzte Zellkörper zu sehen; denn es haftete den Zellen aussen immer eine Summe feinster Reiser, die ich für körnig-fibrilläre Centralsubstanz halte, an. Zur

guten Isolirung der Zellen bediente ich mich, wie Solbrig dies mit Recht empfiehlt, einer ganz schwachen Lösung eines Chromsalzes. Solbrig rühmt bei dieser Gelegenheit den Vortheil der Kalisalze das Bindegewebe zu maceriren. Ohne dieser ganz allgemein aufgestellten Behauptung widersprechen zu wollen, will ich hierzu nur bemerken, dass ich mit dem Ammonsalz der Chromsäure ganz vortrefflich isolirte Zellen erhalten habe, dass ich ferner die der im frischen Zustande zerzupften Zelle anhaftende Substanz nicht wie Solbrig für Bindegewebe sondern wie schon gesagt, für nervöse Fibrillen halten muss. Die centralen Ganglienzellen der Gasteropoden, vor Allem die an der Peripherie der Ganglien gelegenen riesigen unipolaren Zellen liegen in den Maschen eines bindegewebigen Fachwerks und senden ihre Fortsätze in die im Centrum des Ganglion befindliche körnig-fibrilläre Substanz, welch' letztere im frischen Ganglion nur schwer von ihrer bindegewebigen Umgebung sich isoliren lässt; dagegen fallen beim Zerzupfen eines gehärteten oder nur in schwacher Chromsalzlösung macerirten Ganglion leicht die Ganglienzellen wie auch die nervöse Centralsubstanz aus den Maschenräumen des bindegewebigen Netzwerks heraus.

Solbrig hat nun ferner, trotzdem er mit 0,03procentiger Chromkalilösung arbeitete, immer nur geschrumpfte Zellen mit diesem Reagens erhalten. Dem gegenüber muss ich bemerken, dass mir eine 0,05—0,02procentige Lösung des Ammonium bichromicum vortrefflich erhaltene Zellen lieferte; ich habe schon bei anderer Gelegenheit den Vortheil des Ammonsalzes, nicht nachschrumpfend zu wirken, erwähnt, und demgemäss auch bei längerer Einwirkungsdauer dieses Reagens immer zufriedenstellende Bilder erhalten. Ich habe die Reagentien stets durch die Untersuchung im frischen Zustande controllirt und will daher zunächst eine so beschaffene Zelle schildern.

An einem ganz frischen, im Blute oder der Leibesflüssigkeit zerzupften Präparate oder an Schnitten durch frisch gefrorene Objecte sah ich in der Regel eine „concentrische Streifung"; an der Abgangszelle des Fortsatzes bogen Fibrillen in diesen über. Bei grösseren Zellen muss man, um dies sehen zu können, selbstverständlich scharf auf den Fortsatz einstellen; in der Mehrzahl der Fälle zeigte der Fortsatz auch in der Continuität fibrilläre Längszeichnung. Neben den Fibrillen war im frischen Zustande

und an Gefrierschnitten keine weitere Substanz zu erkennen; nur imponirten die Zwischenräume der Fibrillen als helle Streifen. An conservirten Präparaten hingegen sah ich oft deutlich neben, resp. zwischen den Fibrillen eine körnige Substanz. Manche Zellen nun liessen im frischen Zustande die Fibrillen nicht so scharf erkennen, zeichneten sich dafür durch ein eigenthümlich glasiges oder gallertiges Aussehen aus. Setzte ich nun einem solchen Präparate einen Tropfen 0,05procentiger Osmiumsäure zu, so ward die Streifung alsbald deutlicher. Bei häufiger Wiederholung dieses Versuches gewann ich die Ueberzeugung, es möchten in der zuvor glasig-zähflüssig erschienenen Substanz vielleicht veränderte Lichtbrechungsverhältnisse eingetreten sein, welche die Erkennung der Fibrillen begünstigten. Der Umstand, dass ich an conservirten Präparaten die Streifung ohne Ausnahme, an frischen Zellen dagegen nicht immer gleich scharf gesehen, bringt mich auf die Vermuthung, es könnten die interfibrillären Körner infolge der Einwirkung der Reagentien durch Gerinnung aus jener glasigen zähflüssigen Substanz entstanden sein. Diese körnige Substanz kann je nach der Einwirkung des Reagens verschieden stark zu Tage treten; wandte ich stärkere Concentrationsgrade des Chromsalzes oder der Osmiumsäure an, so erschienen die Zellen häufig ganz granulirt, von Fibrillen war nichts zu erkennen. Ich hebe dies hervor, weil Solbrig behauptet, die Streifung trete mit zunehmender Concentration der Osmiumsäure deutlicher hervor. Ich sah dieselbe, wie gesagt, am schärfsten an ganz frischen Zellen und bei der Anwendung stark verdünnter Chromammoniumlösung. Ausser diesen vom Zufall der Reagenswirkung abhängigen Unterschieden kann ich die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass die körnig geronnene Substanz in verschiedenen Zellen verschieden stark vertheilt sein mag und auch so die Erkennung der Fibrillen modificirt.

Diesen fibrillären Bau nun sah ich nicht nur an den centralen Zellen, sondern ebenfalls an den in erstaunlicher Fülle die Verzweigungen der Darmnerven begleitenden Ganglienzellen.

Von jeher ist die Frage nach der Polarität der Ganglienzellen Wirbelloser von allen Untersuchern lebhaft discutirt worden. Was in specie die Zellen der Gasteropoden betrifft, so macht schon Buchholz die, wie mir scheint, treffende Bemerkung, „dass der unipolare Habitus der grossen Zellen sich aus ihrer

Lage im Ganglion erkläre, indem nur nach dem Centrum des Ganglion hin Fortsätze auszusenden seien.“ Diese zwar etwas teleologische Deutung erklärt vollkommen den unipolaren Habitus jener grossen Zellen aus der Randzone der Ganglien. Nach meinen Beobachtungen ist der letztere aber für die centralen Ganglienzellen Wirbelloser überhaupt der vorwiegende. Auch möchte ich entgegen Leydig den Ausdruck „unipolar“ für diese den Wirbellosen durchaus characteristischen Gebilde aufrecht halten. Leydig sah nämlich im Gehirn von Lymnaeus stagnalis wiederholt diesen einen Fortsatz sich zuletzt auflösen in ein wahres Geflecht feiner Fasern und steht Leydig auf Grund dieser Thatsache nicht an, jene unipolaren Zellen strahligen, multipolaren Ganglienkugeln gleichzusetzen. Nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch soll man aber doch nur dann von „selbstständigen“ Fortsätzen reden, wenn dieselben isolirt aus dem Zellleib entspringen. Apolare Zellen habe ich nicht constatiren können; überall, wenn ich zweifelte, war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, ein kleiner Zellstumpf, der etwa an einer dem Auge abgewendeten Seite der Zelle entspringe, könne dem Blicke durch den oft riesigen Zellleib entzogen bleiben. Aehnlich äussern sich Walter, Buchholz und Solbrig über das Vorkommen apolarer Zellen.

Bipolare Zellen im gewöhnlichen Sinne, d. h. wo von zwei entgegengesetzten Polen Fortsätze abgehen, habe ich unter den grösseren Zellen aus der Peripherie der Ganglien nicht gesehen; indessen zeigten diese grossen Zellen häufig ein Verhalten, wie es Fig. 1 Taf. V zeigt: es entsprangen von ein und demselben Pole zwei und oft mehr Fortsätze. Die bipolare Form ist dagegen die gewöhnliche für die kleineren mehr nach dem Centrum des Ganglions hin gelagerten; auch ist die grosse Mehrzahl der von mir in fast allen peripherischen Nervenstämmen und -Fasern gesehenen sogenannten „interponirten“ Ganglienzellen bipolar. Auf die Bedeutung dieser letzteren werde ich weiter unten noch zu sprechen kommen.

Grosse multipolare Zellen habe ich in den Central-Ganglien bei Gasteropoden nur sehr selten angetroffen; es ist vielleicht ein Zufall, dass sie mir in den wenigen Fällen bei Arion ater relativ häufiger zu Gesichte gekommen sind. Dagegen sah ich bei Helix pomatia in den Ganglienstrata des Fühlerknopfs sehr häufig multipolare Zellen; am häufigsten jedoch begegnete mir die multi-

polare Form in den Verzweigungen der Darmnerven bei allen drei von mir untersuchten Gasteropoden. Ich halte die multipolare Form der sympathischen Ganglienzelle der Gasteropoden durchaus für die Regel, und will ich gleich bemerken, dass dies die einzige Differenz ist, welche ich im Baue der sympathischen und centralen Ganglienzelle statuiren konnte.

Solbrig beobachtete an bipolaren Zellen häufig ein verschiedenes Verhalten beider Fortsätze; während der eine, wie gewöhnlich, granulirt war, erschien der andere völlig homogen und endete dann in der Regel mit knopfförmiger Anschwellung im Kernkörper. (Vgl. Solbrigs Figuren 17, 25 auf Taf. II und Fig. 12 auf Taf. IV.) Zunächst möchte ich solche Zellen, deren einer Fortsatz im Kernkörper endet, nicht in die Reihe der gewöhnlichen bipolaren Zellen rechnen. Auf die höchst auffallenden Kernkörperfortsätze komme ich weiter unten zurück, wo auch die Frage nach den Kernfortsätzen erörtert werden wird. Beides sind so auffallende Bildungen, dass sie wohl einer gesonderten Betrachtung werth sind. An den gewöhnlichen bipolaren Zellen habe ich nie einen solchen Unterschied in dem Verhalten der Fortsätze wahrnehmen können, trotzdem ich eine grosse Anzahl bipolarer Zellen eigens darauf geprüft habe.

Der Fortsatz der grossen unipolaren Zellen entspringt, wie dies auch Solbrig hervorhebt, in der Regel mit breiter Basis und pflegt im weiteren Verlaufe etwas schmaler zu werden; häufig setzte sich das Pigment der Zelle eine Strecke weit in den Fortsatz hinein fort, und bin ich geneigt diesem letzteren Umstande die Ursache der Caliberschwankung beizumessen, insofern das im Innern zwischen den Fibrillen gelagerte Pigment eine mehr lockere Fügung der letzteren bedingt. In ganz ähnlicher Weise hat ja auch beim sogen. Axencylinderfortsatz der Wirbelthiere die Abnahme der in der Nähe der Zelle noch reichlicher vorhandenen körnig-interfibrillären Substanz ein Schmalerwerden des Fortsatzes zur Folge.

Die von Solbrig gezeichneten spitz auslaufenden und schliesslich zur isolirten Fibrille (!) werdenden Fortsätze muss ich nach eingehender Prüfung für Artefacte, durch schrumpfende Reagentien bedingt, erklären. Solbrig hält die Zellfortsätze im Allgemeinen für breite, abgeplattete Bänder (pag. 33) und schliesst dies aus häufig an ihnen beobachteter Faltenbildung. An frischen und con-

servirten, ihrer Form und Gestalt nach wohlerhaltenen Zellen zeigten die Fortsätze sich stets cylindrisch; freilich zeigten Querschnittsbilder nicht immer eine kreisrunde Form; indessen möchte ich deshalb die Bezeichnung Cylinder nicht ersetzt sehen durch das zweideutige „Band". An so grossen Zellkörpern ist überdies in Zupfpräparaten kaum eine Compression von Seiten des Deckglases zu vermeiden, die sich denn auch häufig genug neben abgeplatteten Fortsätzen durch Faltungen der Kernmembran etc. manifestirte. Varicositäten habe ich an centralen Ganglienzellfortsätzen mit keinem der von mir benutzten Reagentien gesehen.

Wiederholt aber gelang es mir in Fibrillen aufgesplitterte Zellfortsätze zu beobachten. In Figur 2 sieht man an der Rissstelle zwischen den Fibrillen eine körnige Substanz; ausserdem ist der Fortsatz durch den Besitz einer scharf contourirten bei a in der Figur sich abhebenden Membran ausgezeichnet.

In ihrem weiteren Verlauf nun tritt in der Regel mehr weniger weit von der Zelle eine Theilung der Fortsätze ein; Regel ist die dichotomische Verästelung; die Aeste waren immer gleich fibrillär wie der Stamm. An den grossen unipolaren Zellen sah ich sehr häufig die von Buchholz treffend als „handschuhfingerartig" bezeichnete Theilungsform; die Summe der Theiläste übertraf, im Querschnitt gemessen, bei Weitem den Stammfortsatz.

Ich gehe nunmehr zur Besprechung der Kerne der Ganglienzellen über. Die Grössenverhältnisse derselben berührte ich schon oben. Die normale Form des Kerns ist die kugelrunde; ich sah wiederholt die zuerst von Buchholz beschriebene „Nierenform", muss es aber unentschieden lassen, ob diese Form nicht etwa die Folge eines Zupfinsultes gewesen. Meine Figur 3 illustrirt eine zuerst von Solbrig (vgl. l. c. Fig. 23 auf Taf. II) gezeichnete Eigenthümlichkeit. In der Gegend des im Profil gezeichneten Kern-„Hilus" einer solchen nierenförmigen Zelle sieht man nämlich eine lichte Stelle, und ich zweifle keinen Augenblick, dass diese Erscheinung nicht etwa mit anderen von mir später zu beschreibenden Bildern die Existenz einer Kernmembran beweisen kann. Es hatte sich hier nicht etwa der Kerninhalt von seiner Membran zurückgezogen. Vielmehr halte ich den lichten Hof für das optische Bild des in der Zellsubstanz zur Aufnahme des Kernes befindlichen kugeligen Hohlraumes. Allerdings hätte ja die Zupfnadel diese Einkerbung des Kernes bewirken können;

indessen vermisste ich an der correspondirenden Stelle des Zellkörpers jegliche Spur einer Läsion.

Was nun die feinere Structur des Kernes betrifft, so erschien derselbe an frischen Zupfpräparaten sehr fein granulirt und zeigte im Innern ein grösseres Kernkörperchen mit meist excentrischer Vacuole. An Gefrierschnitten dagegen erschienen die Kerne während der ersten Secunden der Beobachtung als helle, homogene Blasen inmitten der sie umgebenden feinstreifigen Zellsubstanz. Bei längerer aufmerksamer Beobachtung aber sah ich ein feines Netzwerk; die Netzbalken waren durch aneinandergereihte Körnchen gebildet; indessen boten nicht alle Kerne dasselbe in gleich ausgesprochener Weise dar, und ich gewann den Eindruck, dass mit dem weiteren Aufthauen des Schnittes das Kernreticulum deutlicher und dichter wurde. Diese Differenzen sowie der Umstand, dass nicht jeder Kern ein Kernkörperchen zeigte, mögen ja darin zum Theil ihren Grund haben, dass der Schnitt immer ungleich dicke Kernabschnitte getroffen hatte. An conservirten Präparaten war das Aussehen der Kerne ebenfalls verschieden, je nach der Wahl des Reagens- und Tinctionsmittels. Mit Osmiumsäure und Haematoxylin erhielt ich bald fein, bald grob reticulirte Kernbilder. Chromsalze, carminsaures Ammoniak, Alcohol lieferten stets verschieden feinkörnig granulirte Kerne. Ich habe mich darauf beschränkt hier zu beschreiben, was ich an den Kernen mit den genannten Methoden wahrnahm und unterlasse es, daraus Schlüsse auf die Beschaffenheit des Kerns im Allgemeinen zu ziehen, da diese Objecte offenbar zu ungünstig sind um im sicher lebenstreuen Zustand beobachtet zu werden. Es lässt sich nicht bestimmen wie viel Veränderungen auf Rechnung des Gefrierens, auf das Anschneiden der Zellen, auf die Zusatzflüssigkeit und die Reagentien zu setzen sind.

Ich will nunmehr die Frage nach den Kernfortsätzen und Kernkörperfäden erörtern. Dieselben sind für Wirbellose wohl zuerst von G. Wagener[1]) beschrieben worden, und zwar beobachtete Wagener diese Bildungen an Ganglienzellen von Hirudo, Limax ater und Lymnaeus stagnalis. Aehnliche Beobach-

1) G. Wagener: Ueber den Zusammenhang des Kernes und Kernkörpers der Ganglienzellen mit dem Nervenfaden. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. VIII 1858.

tungen sind von Arnold und Lieberkühn bekanntlich bei Wirbelthieren angestellt, während Arnold[1]) und Owsjannikow[2]) Kernkörperfortsätze auch bei Wirbellosen beschrieben haben. Leydig hat nie weder Kernfortsätze noch Kernkörperfäden gesehen. In neuerer Zeit sind die letzteren wieder von Solbrig bei Gasteropoden beobachtet.

Ich will zunächst bemerken, dass ich bei den von mir untersuchten Wirbellosen niemals im Kernkörper endende Fasern gesehen habe. Dagegen beobachtete ich bei Gasteropoden eine Reihe von Fällen, welche zur Bestätigung der Kernfortsätze dienen können. Ich habe in den Bildern 3, 4, 5, 6, 7, diese Fälle zusammengestellt. Die in den Figuren 3 u. 4 abgebildeten Fortsätze kann ich nicht als Kunstproducte gelten lassen, wie ich solche in den Figuren 5 und 7 zum Vergleich daneben gezeichnet habe. Die oft beträchtliche Länge (Fig. 3) dieser mit dem Kerne die gleiche lebhafte Carmintinction zeigenden Fortsätze, die völlige Integrität des Kernleibes und seiner Membran bürgen mir für eine normale Erscheinung. Ausser durch seine lebhafte Carminfärbung zeichnet sich der im Kern endende Fortsatz stets durch sein grob granulirtes Aussehen aus, während der andere Protoplasmafortsatz fein-fibrillär erschien. Dagegen weisen die Figuren 5, 7 darauf hin, dass es sich in diesen Fällen um Kunstproducte, durch Zupfinsulte herbeigeführt, handelte. Hier war nämlich der Kerninhalt stets nach der Ausstülpungsstelle der Kernmembran hingezogen; häufig floss der Kerninhalt gewissermaassen durch die kurzen buckelförmigen Fortsätze aus; die weiss gezeichneten Theile des Kernes stellen eben Hohlräume innerhalb der Kernmembran dar.

Die bei Gasteropoden in äusserst wechselnder Anzahl vorkommenden Kernkörperchen zeigen im frischen Zustande scharfe Contoure und in der Regel eine meist etwas excentrisch gelegene Vacuole; in conservirten Präparaten sah ich häufig bis zu fünf solcher Vacuolen. Die Grösse des Kernkörperchens steht in Relation zur Grösse des Kernes. Buchholz giebt an, dass seine Grösse bis zu einer gewissen Grenze progressiv

---

1) Arnold: Ueber d. fein. histolog. Verh. d. Ganglienz. d. Sympath. d. Frosch. Virchow's Archiv. Bd. XXXII. 1865.

2) Owsjannikow: Annales des sciences natur. de St. Petersbourg. zoolog. Tome XV 1862.

der Grösse des Kernes proportional sei; jenseits dieser Grenze sollen dann zahlreiche Körperchen im Kern auftreten. Ich zählte auch in kleineren Zellen und somit kleineren Kernen, wiederholt mehrere Kernkörperchen; doch sah ich an ganz frischen Präparaten sowie an Gefrierschnitten immer nur ein grösseres durch scharfe Contoure ausgezeichnetes Körperchen. Leydig beobachtete bei Lymnaeus stagnalis bis zu 8, Solbrig bei Helix pomatia bis zu 13 Kernkörperchen in demselben Kern. An gehärteten Chromsalzpräparaten habe ich nicht selten noch mehr solide Körperchen gezählt, unter denen aber immer eins wiederum sich durch seine Grösse auszeichnet.

Die centralen Ganglienzellen der Gasteropoden sind ausgezeichnet durch eine eigenthümlich circumscripte Localisirung von Pigmentkörnern. Schon Leydig hebt in seinem classischen Werke „Ueber den Bau des thierischen Körpers" hervor, dass die Ablagerung von Pigment in den Ganglienzellen Wirbelloser doppelter Art sei; einmal tritt das Pigment in Gestalt von Körnern auf, welche in die Zellsubstanz eingestreut liegen, ganz wie es bei Wirbelthieren die Regel ist. Dies ist nach meiner Beobachtung der Fall bei den centralen Ganglienzellen der Gasteropoden und Muscheln. Bei anderen Wirbellosen begegnen wir nach Leydig einer mehr diffusen Pigmentirung der Zellkörper, wo eine gelb oder roth gefärbte Flüssigkeit die Ganglienkugeln durchtränkt. Leydig sah dieses Verhalten bei Paludina.

Was nun speciell das Pigment bei den Gasteropoden betrifft, so sah ich dasselbe mit Solbrig bei den unipolaren Zellen vorwiegend an der Ursprungsstelle des Fortsatzes liegen. Bei multipolaren Zellen aus den Centren der Gasteropoden war das Pigment auch in der Regel auf die Abgangsstelle des grössten Fortsatzes beschränkt, ganz ähnlich wie das Pigment in den grossen vielstrahligen Zellen aus den Vorderhörnern der grauen Rückenmarkssubstanz der Wirbelthiere immer auf die Ursprungsstelle des sogen. Axencylinderfortsatzes beschränkt bleibt. Bei bipolaren Zellen von Helix waren in der Regel an beiden Polen Pigmentkörner abgelagert. Regelmässig nun erstrecken sich bei Gasteropoden Pigmentkörner in reihenweiser Gruppirung eine Strecke weit in den Fortsatz hinein, wie dieses auch von Solbrig näher beschrieben worden ist. — Nur in wenigen Zellen waren die Pig-

mentkörner mehr diffus durch den Zellkörper verstreut. Das Pigment der Gasteropoden erscheint im frischen Zustande in Gestalt intensiv gelb-glänzender Körnchen; Osmiumsäure schwärzt diese Körnchen.

Da es mir bei den Gasteropoden nicht gelang, unzweifelhafte Beweise für die Existenz einer besonderen, structurlosen Zellmembran zu erhalten, habe ich die Controverse über die Membran bei Wirbellosen weiter unten bei den Würmern erörtert. Bei Hirudo med., Lumbricus agricola sowohl wie auch bei den Elatobranchien habe ich ganz unzweifelhafte Belege für das Vorhandensein einer Ganglienzellmembran beigebracht. Bei den Gasteropoden dagegen habe ich nur wiederholt an Zellfortsätzen eine bei der Präparation sich deutlich vom Fortsatz abhebende Membran gesehen (Vergl. Fig. 2 a.). An dem Zellkörper selbst sah ich nun eine oft auffallend scharfe Begrenzung des Zellleibes, die ich namentlich auf Grund meiner an frischen Präparaten und in Osmiumsäure gehärteten Gefrier-Objecten gemachten Beobachtungen nicht mit Leydig's Namen der „erhärteten Rindensubstanz" belegen möchte, zumal der Zellfortsatz wiederholt eine unzweideutige Membran zeigte. Solbrig hat nur in einem einzigen Falle eine Membran gesehen, die sich aber nicht auf den Fortsatz weitererstreckt. In seiner Zeichnung (Fig. 7 auf Tafel III) ist dieselbe auffallend breit gezeichnet.

Nervenstämme und Nervenfasern bei Gasteropoden.

Die Untersuchung der Nervenstämme scheitert im frischen Zustande, wie das von allen Untersuchern gleichmässig hervorgehoben wird, an der grossen Zähigkeit und Stärke des Neurilemms. Insbesondere liefern Zupfpräparate sowohl frischer als conservirter Nervenstämme aus diesem Grunde nur sehr mangelhaften Aufschluss über die feinere Zusammensetzung der Stämme aus Nervenfasern. Was zunächst den Bau der primären, starken Neurilemmscheide betrifft, so ist dieselbe, im frischen Zustande untersucht, bedeckt mit den bei Mollusken so sehr verbreitet vorkommenden Schleimzellen[1]). Diese Schleimzellen kommen auch im

1) Vergl. Flemming: Untersuchungen über Sinnesepithelien d. Mollusken, sowie Flemmings Aufsatz „Ueber die Blutzellen d. Acephalen und

adventitiellen Gewebe der Blutgefässe bei Mollusken vor. An gewissen Nerven (Fühlernerv von Helix und Nervenstämme der Elatobranchier) hängen die Zellen weniger fest mit dem Neurilemm zusammen und man findet sie bei der Untersuchung abgestreift. Dieselben erscheinen im frischen Zustande untersucht als helle Blasen mit regelmässig excentrisch gelagertem Kern. An ganz frischen Präparaten, die in der Leibesflüssigkeit der Thiere untersucht wurden, sah ich häufig im Innern der Zellen eine Molecularbewegung. Kleine Körnchen erschienen bald an der Oberfläche des Zellkörpers, bald tauchten sie wieder unter in das Innere der Zelle. An conservirten Präparaten waren solche Körner meist in der Umgebung der Kerne sowie an der Peripherie der Zellen, an der inneren Membranwand gelegen. Das Neurilemm enthält in bindegewebiger Grundlage Muskelfasern und eine fettige aus reihenweis gruppirten Körnern bestehende Substanz. Besonders stark sind die Muskelfasern vertreten in dem sogenannten äusseren Neurilemm der Commissuren. An einem guten optischen Längsschnitt eines ganz frischen oder gut macerirten Nervenstammes sah ich nun stets eine sehr scharfe Längsstreifung; hie und da tauchten dunklere, zackige Contoure im Gesichtsfeld auf, die ohne Zweifel der Ausdruck der gleich zu besprechenden Secundärscheiden waren. An Rissstellen hat der feinstreifig erscheinende Inhalt der Nervenstämme büschelförmig in Gestalt körnig-fibrillärer Masse heraus (vgl. Fig. 10). Nur sehr selten sah ich scharf differenzirte Fibrillenbündel resp. Nervenfasern. Aus meiner nachfolgenden Darstellung des Baues der Nervenstämme wird hervorgehen, dass wir überhaupt aus Zupfpräparaten uns kein endgültiges Urtheil über die Beschaffenheit der Nervenfaser bei Gasteropoden bilden können. Dass aber Primitivfibrillen, eingebettet in eine körnige Zwischensubstanz den wesentlichen nervösen Inhalt bilden, die Ueberzeugung habe ich schon aus einer grossen Reihe von Zupfpräparaten und guten optischen Längsschnittbildern gewinnen können. (Vgl. meine Figuren 8 und 10.) Diese Fibrillen treten gleich scharf an ganz frischen wie an macerirten Präparaten zu Tage.

Ich erwähnte bereits in der Einleitung, dass der Begriff der

Bemerkungen über deren Blutbahn. Im Archiv f. mikr. Anatomie Bd. VI 1870 und Bd. XV 1878.

Nerven-Faser der Wirbellosen bei den meisten Untersuchern wenig scharf präcisirt ist. Selbst unbedingte Anhänger der fibrillären Structur, wie Leydig brauchen die Wörter „Faser" und „Fibrille" noch vielfach promiscue. Es muss dies um so mehr auffallen, als bereits Waldeyer in seiner oben citirten classischen Arbeit den Begriff der Nervenfaser als „Fibrillenbündel" so scharf definirt hat. Um so weniger aber dürfen wir uns wundern, wenn bei den Gegnern der fibrillären Structur grosse Verworrenheit dieser Begriffe herrschen. Nach Buchholz und Solbrig bestehen die Nervenstämme Wirbelloser aus einem Fasergemisch der verschiedensten Breitendimensionen. Buchholtz nennt eben jeden centralen Zellfortsatz ohne Weiteres „Nerven-Faser" und da Buchholz, wie bereits erwähnt, den directen Uebergang grösserer Fortsätze in periphere Nerven gesehen haben will, lag für ihn die Deutung nahe, jedes aus der Rissstelle eines Nervenstammes zu Tage tretende „Fäserchen" als „Nervenfaser" anzusprechen. Auch Solbrig erwähnt das Vorkommen unmessbar feiner Fasern und citirt bei dieser Gelegenheit (pag. 39) den von Waldeyer gebrauchten Namen der „Axenfibrille". Ich unterlasse nicht zu bemerken, dass Solbrig auf der anderen Seite Nervenstämme gesehen hat, die aus nahezu gleich starken Fasern zusammengesetzt erschienen, dass Solbrig ferner an der centralen Aufsplitterung zahlreicher Zellfortsätze, wodurch eben die im Centrum der Ganglien gelegene körnig-fibrilläre Centralsubstanz gebildet wird, aus der wiederum die Nervenstämme das Material zu ihrem Aufbau nehmen, festhält. Nach Solbrig sind nun diese sehr verschieden breiten Nervenfasern, die er als hüllenlose Axenfasern mit scharf begrenztem Rande und homogenem Inhalt definirt, im Nervenstamm nicht unmittelbar nebeneinander gelagert, vielmehr sind sie eingebettet in eine körnige Zwischensubstanz, die Solbrig sich im lebenden Zustande als durchsichtige, zähflüssige Masse denkt.

Ich kann nun nicht umhin meine Verwunderung darüber auszusprechen, dass weder Solbrig noch einer der anderen Autoren bei der grossen Unzuverlässigkeit der Zupfbilder, welche eben durch das zähe Neurilemm bedingt ist, sich nicht die Mühe genommen haben, durch Querschnittbilder über den Bau der Nervenstämme sich Aufschluss zu holen. Wären die schönen Arbeiten von Hermann über die Nervenstämme von Hirudo früher bekannt gewesen, so hätten die Resultate Hermann's gewiss auch

schon früher zu Nachuntersuchungen bei anderen Wirbellosen aufgefordert. Nach Hermann ist bei Hirudo das primäre Neurillemmarohr durch Secundärscheiden abgefächert: der nervöse Inhalt verläuft in nahezu gleich starken „hüllenlosen" Bündeln in diesen Fächern zur Peripherie.

Ich erwähnte bereits oben, dass ich an guten optischen Längsschnittsbildern die Contoure der Secundärscheiden erkennen konnte. Auf Grund einer Reihe von Querschnittsbildern der verschiedensten Nervenstämme von Helix pomatia glaube ich den Beweis geführt zu haben, dass auch die Gasteropoden ganz ähnliche Verhältnisse darbieten wie sie Hermann bei Hirudo gefunden. In Fig. 11 bilde ich den Querschnitt des Fühlernerven von Helix pomatia ab, der in dieser Beziehung durchaus keine Abweichungen von anderen peripheren Nervenstämmen zeigte. Das Lumen des Nervenstammes ist durch ziemlich regelmässige Septa, die vom primären Neurilemm ausgehen, in eine Unzahl Fächer abgetheilt. Dabei ist eine gewisse Regelmässigkeit in der Anordnung der Septa unverkennbar. Dass Grössenunterschiede unter den Fächern und somit Differenzen in der Breitendimension der „Fibrillenbündel" vorkommen, ist auch wohl a priori anzunehmen. Nur möchte ich hervorheben, dass mir so starke Unterschiede unwahrscheinlich scheinen, wie sie von Buchholz und Solbrig angegeben werden, dass insbesondere dieser Bau der Nervenstämme uns dringend auffordert den Begriff der Nervenfaser als Fibrillenbündel und den Begriff der Fibrille streng auseinanderzuhalten. Diese Secundärscheiden im primären Neurilemmarohr sind von Solbrig nicht gesehen worden; ich behalte den von Solbrig für die Nervenfasern gewählten Ausdruck „hüllenlos" gerne bei; nur ist zu betonen, dass eben die Secundärscheiden die Function einer „Membran" übernehmen. Verfolgt man einen peripheren Nervenstamm in seine letzten Zweige, so trifft man leicht Aeste, die aus wenigen Secundärfächern bestehen. Verlässt ein Fibrillenbündel den Nervenstamm, so übernimmt die Secundärscheide nunmehr die Rolle einer Membran. Eine Membran im Sinne der Schwann'schen Scheide kommt allerdings bei Wirbellosen nicht vor.

Dieser von mir für die Gasteropoden gefundene Bau der Nervenstämme, der also im Princip durchaus mit den von Her-

mann bei Hirudo medic. entdeckten Thatsachen übereinstimmt, und welcher wie ich gleich bemerken will in derselben Weise von mir bei den Muscheln angetroffen wurde, erklärt leicht die Schwierigkeiten, mit welchen die Isolirung der Nervenfasern zu kämpfen hat. In Zupfpräparaten wird an Rissstellen eben durch Druck leicht der genannte fibrilläre Inhalt aller im Querschnitt getroffenen Fächer austreten, ohne dass scharf differenzirte Fibrillenbündel zu erkennen wären. Ferner ist mit dieser Structur der Nervenstämme die Existenz der von Solbrig zwischen den Nervenfasern gesehenen Zwischensubstanz absolut nicht in Einklang zu bringen. Wohl aber besitzt das einzelne Fibrillenbündel im Innern eine die Fibrillen isolirende, körnige Substanz, wie das aus allen von mir gesehenen Bildern hervorgeht.

Die als Verbindungsstränge zwischen den Schlundganglien verlaufenden sogenannten Commissuren zeigen abgesehen von einem doppelten Neurilemm (einem äusseren und inneren) und abgesehen von der characteristischen, zuerst von Leydig entdeckten Duplicität, auf dem Querschnitte durchaus die gleiche Abfächerung in Nervenfasern. Die doppelten Neurilemmascheiden sind derart angeordnet, dass in der gemeinsamen äusseren Scheide je zwei Commissurenstränge durch ein selbstständiges inneres Neurilemmarohr geschieden sind.

Sowohl in den Nervenstämmen als in den Commissuren kommen zahlreiche meist bipolare sogen. interponirte Ganglienzellen vor; dieselben sind insbesondere in den Anfangstheilen der Stämme nahe ihrem Ursprung aus dem Ganglion zahlreich vorhanden. In den Commissuren schienen sie mir massenhafter vertreten, als in den Nervenstämmen.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass es mir nie gelang in Spiraltouren verlaufende Nervenfasern, wie Solbrig sie schildert, zu sehen. Solbrig hat ferner in vielen Präparaten aus den Nervencentren ganz eigenthümlich korkzieherartig gewundene Fasern gesehen, deren nervöse Natur durch Chlorgold erwiesen wurde. (Vgl. Solbrig's Fig. 9 auf Taf. V.) Aehnliche Bildungen habe ich nur in Goldpräparaten der Magen-Darmnerven sowie der Verzweigungen des Fühlernervs von Helix gesehen; ich stehe nicht an, diesen gewundenen Verlauf der Fasern für eine Wirkung der stark schrumpfenden Goldmethode zu erklären, trotzdem Solbrig diese Erklärung von der Hand weist. Bekannt-

lich sieht man Aehnliches in vielen Goldpräparaten der verschiedensten Nerven, auch bei Wirbelthieren, und ich habe niemals bei einem anderen Reagens solche Bilder gesehen. — Aus diesem Verhalten einzelner Fasern nun aber gar auf specifische, physiologische Bedeutung zu schliessen, scheint mir denn doch wenig gerechtfertigt.

Nervenfaser und Ganglienzelle der sogenannten sympathischen Magen-Darmnerven der Gasteropoden.

Ich unterwerfe die Magen-Darmnerven der Gasteropoden einer gesonderten Betrachtung, einmal weil dieselben meines Wissens bisher von keinem Autor untersucht worden sind, und dann, weil gewisse characteristische Structurunterschiede anzuführen sind, welche in ganz analoger Weise, wie beim Sympathicus der Wirbelthiere, diese Nerven von den cerebrospinalen, wenn dieser Ausdruck für Wirbellose gestattet ist, unterscheiden. Bekanntlich hat Sigmund Mayer den Versuch gewagt, dem sympathischen System der Wirbelthiere alle und jede characteristischen, morphologisch-histologischen Unterscheidungsmerkmale abzusprechen. Die Arbeit Sigmund Mayer's ist zu neu, und scheint noch zu wenig Beachtung gefunden zu haben, als dass ihre wichtigen Consequenzen schon sollten gereift sein. Auch gebe ich gerne zu, dass für die Erkenntniss des Nervensystems Wirbelloser aus der Mayer'schen Studie der grosse Nutzen hervorgeht, in der Deutung gewisser, vielleicht durch specifische Reagentien erzeugten Bilder vorsichtig zu sein. Indessen es bleiben auch für die Magen-Darm-Nerven der Gasteropoden besondere Eigenthümlichkeiten, welche diese Nerven mit dem Sympathicus der Wirbelthiere theilen, sodass wir uns auf der anderen Seite hüten müssen, diesen anatomischen Merkmalen von vornherein jede functionelle Bedeutung abzusprechen. Leider gestattet mir die Zeit nicht, die Argumentation Sigmund Mayer's an der Hand des Sympathicus der Wirbellosen zu prüfen; ich glaube es liessen sich durch verschiedene Befunde einige der von Mayer vorgebrachten Argumente entkräften. Indessen, ich muss mich hier darauf beschränken, die histologischen Verhältnisse darzustellen.

Zur Darstellung der Darmnerven der Gasteropoden eignen sich nur jüngere Exemplare von Helix pomatia und Arion ater, während der Darm von Helix nemorosa auch bei

älteren Individuen zur Untersuchung geeignet ist. Ich erhielt sehr gute Goldpräparate, wenn ich den Darm kurze Zeit in concentrirte Ameisensäure, darauf etwa 10 Minuten lang in 1procentige Goldchloridlösung legte und ihn dann während 24 Stunden der Ameisensäurereduction (½ verdünnte Lösung) aussetzte.

An solchen Präparaten überraschte die erstaunliche Fülle grosser und kleiner Ganglienzellen. Die Nervenstämme waren förmlich bedeckt mit zum Theil riesigen Zellen. Feinere Structurbilder waren natürlich mit der Goldmethode nicht zu erzielen; nur an blasser tingirten Präparaten erschienen die Nervenstämme und -Fasern oft sehr deutlich fibrillär. Die Zellen waren meist dunkeler tingirt. Ich wählte nun andere Methoden, die mir auch besseren Aufschluss über feinere Structurverhältnisse gaben. Ich legte ein Stück Darm 3 Minuten in concentrirte Essigsäure und tingirte die Präparate dann 24 Stunden lang mit starkverdünnter carminsaurer Ammoniaklösung; hierauf wurde das Darmepithel heruntergepinselt und die Nerven traten mit überraschender Klarheit zu Tage. Die Fig. 8 Taf. V ist nach einem solchen Präparat gezeichnet. Die Nerven-Stämme, -Fasern und Zellen waren gleichmässig fibrillär; zwischen den Fibrillen war eine feinkörnige Substanz leicht zu erkennen. Diese Klarheit der Bilder wurde wesentlich gefördert durch den Mangel kernhaltiger Neurilemmascheiden, welche der Untersuchung der cerebrospinalen Nerven der Gasteropoden so sehr hinderlich sind. Es waren innerhalb des primären kernhaltigen Neurilemmarohrs keine Secundärscheiden zu erkennen. Bei der grossen Deutlichkeit der Bilder hätte man diese auch am optischen Längsschnittsbilde nicht übersehen können.

Die Ganglienzellen besassen eine als scharfe Contour leicht zu erkennende Membran; ich betone dies, da ich an centralen Zellen die Membran nicht habe mit Bestimmtheit nachweisen können. Auch Hermann hat an sympathischen Nerven von Hirudo medic. eine Membran gesehen. Die so zahlreichen Ganglienzellen standen ohne Frage in freilich nicht aufgeklärtem Zusammenhange mit dem Auftreten neuer Nervenfasern resp. mit dem Abgehen von Fibrillenbündeln von den Nervenstämmen. Hie und da beobachtete ich grosse Zellen, welche einen Fortsatz zum Nervenstamm schickten, während der andere Fortsatz zwischen Muskelfasern verschwand.

Um kurz zu recapituliren, so sind die sympathischen Nerven der Gasteropoden also ausgezeichnet durch die zahlreiche Menge in allen ihren wesentlichen Attributen mit centralen Zellen übereinstimmenden Ganglienzellen, durch die Anordnung in der Verbindung von Nerv und Zelle, ferner durch das Fehlen der Secundärscheiden in den Nervenstämmen. Der sympathische Nervenstamm wäre demnach als riesiges Fibrillenbündel aufzufassen.

Ueber den feineren Bau der Centralganglien sowie über den centralen Ursprung der Nervenfasern bei Gasteropoden.

Leider muss ich darauf verzichten, schon jetzt den Versuch einer topographisch-histologischen Schilderung der Centralganglien zu machen. Die Würdigung der zahlreichen widersprechenden Angaben über die Structurverhältnisse der nervösen Elementarbestandtheile machten mir dies unmöglich.

Ehe ich den gröberen Bau der Ganglien schildere, sei mir gestattet, kurz auf die Frage nach der Existenz sogenannter Commissuren zwischen centralen Ganglienzellen einzugehen. Dass unter den sogenannten sympathischen Ganglienzellen der Magen-Darmnerven zahlreiche Verbindungen durch Zellfortsätze resp. Nervenfasern stattfinden, darf uns nicht auffallen, wenn wir uns der analogen Verhältnisse beim N. Sympathicus der Wirbelthiere erinnern. Auch in anderen terminalen Endplexus bei Wirbellosen kann gar kein Zweifel darüber herrschen, dass solche intercellulare Verbindungen vorkommen. Viel unsicherer aber und von jeher in Zweifel gezogen sind die Angaben über Commissurfäden zwischen centralen Ganglienzellen. Nähere Angaben über das Vorkommen derselben finde ich nur bei Walter[1]) und Waldeyer[2]). Walter beschreibt sowohl sogenannte Commissuren zwischen zwei grösseren Zellen, als er auch durch fortgesetzte Verbindung grösserer und kleinerer Zellen eine neue Ansicht über den Ursprung und centralen Verlauf der Nervenfasern aufgestellt hat. Waldeyer hat ebenfalls in seinem fast gleichzeitig erschienenen

1) Walter: Vgl. oben l. c.
2) Waldeyer: Vgl. oben l. c.

Werke solche Verbindungen centraler Zellen beschrieben und abgebildet. Leydig berührt in seinem berühmten Werke diese Verhältnisse nicht, und Buchholz sowie Solbrig haben das Vorkommen derartiger Gebilde auf das lebhafteste bestritten.

In den vielen Zupfpräparaten, die ich aus den centralen Ganglien von Helix pomatia, Helix nemorosa und Arion ater angefertigt habe, ist mir auch nie eine derartige Verbindung zu Gesichte gekommen. Dagegen besitze ich gut aufgehellte Schnitte in Alcohol gehärteter Ganglien, wo in ganz unzweifelhaften Fällen grössere, multipolare Zellen von Helix pomatia sowohl untereinander als auch mit kleineren Ganglienzellen durch Zellfortsätze in Verbindung treten. Auch will ich gleich im Voraus bemerken, dass ich bei den Elatobranchien, Anodonta, Mytilus und Unio in zahlreichen Zupfpräparaten derartige Verbindungen beobachtet habe, worauf ich weiter unten noch zurückkomme.

Ehe ich nunmehr die Frage nach dem Ursprunge der Nervenfaser erörtere, will ich kurz den gröberen Bau der Ganglien schildern und zwar habe ich das Ganglion infraoesophageum von Helix pomatia im Auge. Vergleicht man nur eine kleine Reihe in verschiedenen Ebenen durch das Ganglion gelegter Schnitte, so lässt sich im Allgemeinen sagen, dass dasselbe aus einer dicht mit Ganglienzellen der verschiedensten Grösse erfüllten Rindenzone, sowie aus dem im Centrum gelegenen Ballen körnig-fibrillärer, nervöser Centralsubstanz besteht. Die Ganglienzellen berühren einander nicht unmittelbar. Dünne, gut ausgeschüttelte Schnitte zeigen nämlich, dass die neurilemmatische Wand zahlreiche mit Bindegewebskernen bedeckte Septa in die Rindenzone hineinschickt. Dadurch gewinnt letztere einen vollständig folliculären Habitus; dieser zuerst von Leydig für das Gehirn der Hirudineen gewählte Ausdruck passt auch insofern, als gewisse Gruppen von Ganglienzellen, die in gemeinsamer Bindegewebskapsel liegen, durch innigere Aneinanderlagerung eine ausgesprochene Zusammengehörigkeit verrathen. Die Ganglienzellen liegen nun in den Maschenräumen dieses Fachwerks immer so gruppirt, dass die grösseren mehr peripher, die kleinsten dagegen an der Peripherie der Centralsubstanz gelagert sind.

Dass nun die grosse Mehrzahl der Zellfortsätze durch fortgesetzte Theilung sich auflöst in die körnig-fibrilläre Centralsub-

stanz, darüber liefern schon gute Zupfpräparate oder besser noch Situs-Schnittpräparate ganz unzweifelhaften Aufschluss. Ferner erkennt man an guten Schnitten, dass aus der körnig-fibrillären Centralsubstanz die abgehenden Nervenstämme ihre Inhaltmasse beziehen.

Ueber dieses zuerst von Leydig bei den Egeln, Insecten und Schnecken aufgefundene Schema für den gröberen Bau der Nervencentra Wirbelloser herrscht denn auch bei allen Untersuchern völlige Uebereinstimmung. Nur gab das physiologische Bedürfniss, auch im Centralorgan durch das labyrinthische Fasergewirr der Centralsubstanz hindurch eine leitende Verbindung der Nervenfasern mit den Ganglienzellen anatomisch herzustellen, Anlass zur Aufstellung mehrerer Hypothesen. Unter den neueren Untersuchern hat vor Allem Solbrig diese Verhältnisse am eingehendsten erörtert.

Solbrig und andere Autoren bezeichnen die oben geschilderte Verbindung der Ganglienzellen mit den aus dem Centrum entspringenden Nervenfasern als den „indirecten Uebergang der Zellfortsätze in periphere Nerven". Ich will den Ausdruck „indirect", der mit Rücksicht auf die Zwischenlagerung des anastomotischen centralen Fasernetzes gewählt ist, beibehalten, trotzdem ich denselben für misslich halte, weil, wie wir alsbald sehen werden, der Uebergang eines Zellfortsatzes in die Centralsubstanz wiederum verschieden vor sich gehen kann.

Als directen Uebergang eines Zellfortsatzes in eine zur Peripherie verlaufende Nervenfaser hat man jenen Fall bezeichnet, wo der breite Fortsatz einer grossen, unipolaren Zelle ungetheilt die Centralsubstanz durchsetzen soll, um als Nervenfaser weiter zu verlaufen. Solche Fälle sind zunächst von Leydig in den Bauchmarksganglien von Hirudo beobachtet. Aehnliche Angaben werden von Helmholtz, Will, Buchholz, Walter und Solbrig berichtet. Waldeyer bestreitet dagegen entschieden die Richtigkeit dieser Beobachtungen. Für die Gasteropoden nun ist kein einziger solcher Fall mit unzweifelhafter Sicherheit direct nachgewiesen. Vielmehr ist diese Ansicht auf allerdings sehr einleuchtenden Reflexionen basirt. Man begegnet nämlich (ich schliesse mich hierin an die Angaben von Buchholz und Solbrig an) in Zupfpräparaten sehr häufig Fortsätzen, deren auffallende Länge bei gleichbleibendem Caliber in scheinbarem Contrast zu

der Breite der im Centrum gruppirten Ballen körnig-fibrillärer Substanz steht. Man gewinnt ganz die Ueberzeugung, dass der Fortsatz ungetheilt die Centralsubstanz durchsetzt, um als Nervenfaser in irgend einen Nervenstamm einzutreten. Mir ist es ebensowenig wie Buchholz und Solbrig geglückt, einen solch directen Uebergang wirklich zu sehen. Und meiner Ansicht nach muss diese Frage so lange als unerledigt angesehen werden, als bis die Thatsache durch Schnittpräparate unwiderleglich dargethan ist, und das wird nur durch eingehende topographische Studien möglich sein.

Solbrig rechnet auch zu dem „directen Uebergang" die von ihm beobachteten seltenen Fälle, wo sogenannte Kernkörperfortsätze ungetheilt weiterliefen, ohne feinere Fäserchen abzugeben. Solbrig hat nur ein einziges Mal einen solchen Fortsatz auf eine grössere Entfernung verfolgen können und hat ferner durchaus keine stringenten Beweise für seine „Vermuthung" beigebracht. Mir ist, wie schon oben erwähnt, nie ein Kernkörperfaden weder bei Gasteropoden, noch bei Würmern und Muscheln zu Gesichte gekommen.

Ich deutete bereits an, dass auch über den Modus des Verlaufs eines Zellfortsatzes bis zur Verschmelzung mit der anastomotischen Centralsubstanz verschiedene Ansichten aufgestellt wurden. Der oben geschilderte sogenannte „indirecte Uebergang" vollzieht sich nach allen Untersuchern in der grossen Mehrzahl der Fälle in der Weise, dass sich der Fortsatz durch fortgesetzte Theilung auflöst in das fibrilläre Reticulum der Centralsubstanz. Schon der Umstand, dass sämmtliche Zellfortsätze nach dem Centrum hin convergiren, weist auf diesen Modus hin. Nach Walter und Waldeyer können nun aber auch kleinere Ganglienzellen in den Verlauf eines Fortsatzes eingeschaltet sein. Bei Gasteropoden habe ich allerdings Anastomosen zwischen grösseren und kleineren Ganglienzellen beobachtet, indessen gelang es mir nie, den schliesslichen Zusammenhang mit der fibrillären Centralsubstanz nachzuweisen. Indessen bemerke ich schon hier, dass mir dieses bei den Muscheln wiederholt selbst in Zupfpräparaten geglückt ist.

Die für die centralen Ganglien der Gasteropoden in gleicher Weise, wie für die Centren der Muscheln geltende Regel, dass im Allgemeinen eine der Grösse nach stufenweise Gruppirung der Ganglienzellen vorherrscht, so zwar, dass die klei-

neren und kleinsten stets unmittelbar an der Peripherie der centralen Fasersubstanz gelagert sind, weist vielleicht auch für die Gasteropoden auf die Möglichkeit einer solchen leitenden Verbindung unter den Ganglienzellen hin, wie sie von Walter und Waldeyer ganz allgemein angenommen wurde. Ich bemerke indessen, dass die Centren der Gasteropoden in Wirklichkeit in der Gruppirung der Ganglienzellen durchaus nicht so einfache Verhältnisse darbieten, wie die Muscheln, für welch' letztere ich auf Grund meiner zahlreichen Beobachtungen den zuletzt erwähnten Uebergangsmodus der Zellfortsätze (mit Einschaltung kleinerer Ganglienzellen) durchaus als die Norm aufstellen muss.

Der Fühlernerv von Helix pomatia mit dem Fühlerganglion und den terminalen Endausbreitungen.

Die Anatomie des Fühlernerven von Helix pomatia hat in dem bereits citirten Aufsatze Flemmings[1]) eine bis ins feinste Detail gehende Darstellung gefunden, sodass es einer besonderen Rechtfertigung bedarf, wenn ich diesen Nerven auf die hier erörterten Structurverhältnisse hin einer erneuten Betrachtung unterziehe. Einmal hoffte ich gewisse, von Flemming noch offen gelassene Fragen über ganz eigenthümliche Nervenelemente dieser Gegend durch neue Untersuchungen beantworten zu können, und dann lag mir daran, in dem Verhalten der terminalen Ausbreitungen dieses Sinnesnerven eine weitere Stütze für die Lehre vom fibrillären Bau zu gewinnen, wie dies in analoger Weise bei Wirbelthieren von M. Schultze geschehen ist. Bei Wirbellosen ist das Verhalten der Nerven an der Peripherie bisher von keinem Forscher gelegentlich der Erörterung der M. Schultze'schen Theorie untersucht worden, und Flemming[2]) ist überhaupt der Erste gewesen, welcher Nervenendigungen bei Wirbellosen eingehender beschrieben hat.

---

1) Flemming: Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. VI, 1870. Derselbe: Die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. Daselbst Bd. V. 4. Derselbe: Zur Anatomie der Landschneckenfühler etc. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1872.

2) a. a. O. p. 443.

Rücksichtlich der Untersuchungsmethoden verweise ich auf die von Flemming a. a. O. gegebenen Rathschläge und Winke, an die ich mich streng gehalten habe. Auch bin ich durch die Güte Flemmings in den Stand gesetzt, an der Hand seiner eigenen vorzüglichen topographischen Präparate meine Untersuchung controlliren zu dürfen.

Flemming[1]) schildert den Stamm des Fühlernerven als aus feinen, blassen Fasern bestehend, welche überall eingebettet sind in dicht feinkörnige Masse, welch' letztere nach Flemming rundliche Kerne einschliesst, eine bestimmte Anordnung in Zellen aber nicht erkennen lässt. Denselben Bau zeigt der hintere und centrale Theil des Fühlerganglions, der denn auch von Flemming als einfache Verdickung des Nerven in Anspruch genommen wird. Ich konnte mich an Flemmings eigenen und an selbstgefertigten Längs- und Querschnitten überzeugen, dass in Bezug auf den Bau des Nerven noch mehr zu sehen ist, als Flemming beachtet und beschrieben hat.

Zunächst zeigt der Stamm des Fühlernerven bis zum Eintritt ins Ganglion einen durch Secundärscheiden abgefächerten Bau im primären Neurilemmarohr, wie ich solches für die verschiedensten Nervenstämme der Gasteropoden nachgewiesen habe. Sehr häufig sieht man an den stärkeren Scheidefächern deutliche Kerne, unzweifelhaft bindegewebiger Natur. Aber auch in den Maschen des neurilemmatischen Fachwerks sieht man hie und da zwischen den nervösen Fibrillen kleine meist spindelförmige Zellen, die ich nach Analogie meiner Befunde an anderen Nervenstämmen für sogenannte interponirte, kleine Ganglienzellen halte.

Auf die Regelmässigkeit in der Abfächerung des Nervenstammes wies ich bereits oben hin. Die in den Scheidefächern verlaufenden „nackten" Nervenbündel zeigen sowohl bei der Untersuchung im frischen Zustande, wie nach Anwendung der gebräuchlichen Reagentien deutlich fibrillären Bau. An optischen Längsschnitten erkennt man neben dieser feinen Längsstreifung die gröberen Contoure der Secundärscheiden.

1) Nach Flemming hat Simroth in seiner Arbeit: „Ueber die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichthiere" (in d. Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. XXVI 1876) Nervenendigungen bei Wirbellosen untersucht, ohne indessen näher auf feinere nervöse Structurverhältnisse einzugehen.

An der Eintrittsstelle in das Fühlerganglion nun erreichen die Secundärscheiden ihr Ende. Die Fibrillenbündel strahlen in ein Strickwerk feinster Fibrillen aus. Im hinteren und centralen Theile des Ganglions kommen in dieser „nervösen Centralsubstanz“ nur spärliche spindelförmige oder vielstrahlige, kleine Ganglienzellen vor. Dagegen liegen an der Peripherie die Nervenzellen in mehreren continuirlichen Schichten angehäuft. Die mehr centralwärts gelegenen, grösseren Zellen senden ihre oft zahlreich verästelten Ausläufer in das im Centrum gelegene, fibrilläre Fasergemisch. Flemming bezeichnet daher die centrale Substanz schlechthin als **Nervenmasse**, gegenüber dem peripherischen **Ganglienstratum**. Dieser Bau des Fühlerganglion stimmt, abgesehen von der auffallenden Kleinheit der Ganglienzellen, so sehr mit der Structur der übrigen nervösen Centren der Gasteropoden überein, dass man das Ganglion gewiss mit vollem Recht als ein vorgeschobenes Centrum für die Function des Fühlernervs betrachten darf.

Von der vorderen Peripherie des Ganglions nun strahlt der nervöse Inhalt in mehreren Strängen, die alsbald durch Theilung sich vermehren, in das Gewebe des Fühlerknopfs aus. Diese Stränge sind dermaassen dicht mit kleinsten Ganglienzellen besetzt, dass der von Flemming gewählte Ausdruck der „Nervenzellenzüge“ sehr passend erscheint. Auf dem Querschnitt wiederholen diese Stränge durchaus im Kleinen den oben beschriebenen Bau des Ganglions, insofern die Nervenzellen schichtweise an der Peripherie der centralen, körnig-fibrillären Nervenmasse gelagert sind. Bei der weiteren peripherischen Verästelung nun schwellen die stärkeren Nervenzellenzüge wierderum zu gangliösen Lagern an, aus deren Mitte dann die letzten isolirten Stränge pallisadenartig dichtgedrängt bis zur subepithelialen Muskelschicht heranziehen. In meiner Figur 25 stellt g. L. ein solches gangliöses Lager mit centraler, körnig-fibrillärer Nervenmasse dar; an der Peripherie liegen in mehreren Schichten kleine und grössere Ganglienzellen, deren Ausläufer theils nach dem Centrum hin convergiren, theils in die abgehenden Nervenzellenzüge zweiter Ordnung zu verfolgen sind. Ueber die letzte Endigungsweise der an der Basis der Epithelien sich gabelig verästelnden Nerven kann ich mir kein Urtheil erlauben, da alle von mir gemachten Goldpräparate misslangen. Erwähnen will ich nur noch, dass

der in Osmiumpräparaten auffallend scharf zur Längsaxe der Epithelien längsgestrichelte, breite Cuticularsaum durch Gold vollständig geschwärzt wurde, wie sich auch in diesen Präparaten immer an der Basis der Epithelzellen eine von Gold tingirte, körnige Zone vorfand (vgl. Fig. 26). Die Verästelung der Nervenzellenzüge lässt sich am Klarsten an feinen Osmiumschnitten verfolgen (vgl. Fig. 25). Aus dem gangliösen Lager streben drei Nervenzüge zur subepithelialen Muskelschicht. Hier verästeln sich dieselben gabelig und man sieht einzelne Fibrillenbündel zwischen je zwei Epithelzellen aufsteigen. Die letzte Endigung der Fibrillen ist von Flemming[1]) an den von ihm entdeckten „Nervenendkölbchen", welche zwischen den Epithelzellen gelagert sind, nachgewiesen worden. Ich habe leider keine Zeit gefunden, die Nervenendigungen zu untersuchen; auch war es nur meine Absicht, an peripheren Nerven Wirbelloser die terminale Aufsplitterung in Fibrillen zu sehen, da, wie bereits erwähnt, von keinem der neueren Bearbeiter der Neurologie Wirbelloser dieses Verhalten Berücksichtigung gefunden hat bei der Discussion der M. Schultze'schen Theorie. Zu dem Zweck untersuchte ich auch andere, höchst eigenthümliche Gewebselemente im Fühlerknopf von Helix, deren nervöser Character zuerst von Flemming wahrscheinlich gemacht wurde. Flemming sagt (pag. 444 a. a. O.) über diese Bildungen: „Es sind einzelne Züge grosser opaker, sehr feinkörniger, dicht aneinanderlagernder Zellen von länglich-runder oder Flaschenform, deren zugespitzte Enden sich zu langen Ausläufern ausziehen. Sie liegen der Peripherie des Ganglions und der von diesem sich forterstreckenden Lager dicht an und es scheint, als ob ihre Ausläufer unmerklich in die Ganglienstrata übergehen." Flemming weist den Gedanken, diese Zellenstränge für Drüsenzellen zu halten, zurück (pag. 445) und sagt: „sie scheinen mir am Ersten nervöse Elemente, dann also eine weitere Form von Ganglienzellen zu sein." In einer spätern Arbeit[2]) hat Flemming dann durch die Hénocque'sche Goldbehandlung die nervöse Natur dieser Gebilde nahe gelegt.

---

1) Flemming: Die haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. pag. 433.

2) Flemming: Zur Anatomie der Landschneckenfühler etc. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1872).

Diese eigenthümlichen Zellen nun kommen sowohl an der vorderen Peripherie des Fühlerganglions zwischen den Nervenzellenzügen in grossen Lagern eng aneinandergedrängt vor, als sie auch in kleineren Gruppen die ganze parietale Wand des sogenannten Fühlerraums (vgl. Flemmings Fig. 1 auf Taf. XXV im VI. Bande dieses Archivs) bedecken; in geringerer Anzahl sind sie auch an der visceralen Wand des Fühlerraums vertreten. In Goldpräparaten überzeugt man sich leicht, dass die Zellen aller drei Bezirke einander durchaus gleichen und sämmtlich als nervöse Elemente zu betrachten sind.

Die an der Aussenseite des Fühlerraums gelegenen sind nun aber durch den Musculus Retractor vom Stamm des Fühlernerven getrennt und ist schon deshalb eine leitende Verbindung zwischen ihnen und dem Fühlernerven absolut undenkbar. Auch konnte ich nirgends zwischen den an der vorderen Peripherie des Ganglions gelegenen Zellenlagern und dem Fühlernerven eine Spur des Zusammenhangs nachweisen; wohl aber waren die einzelnen Zellengruppen häufig untereinander durch Nervenfaserbündel verbunden. Wir müssen also annehmen, dass auf irgend welchen noch unbekannten Bahnen eine leitende Verbindung rückwärts nach dem Centrum vorhanden ist. Aber auch diese vorausgesetzt, trägt schon die ganze Anordnung dieser durch Nervenfasern untereinander verbundenen Zellengruppen eine sehr auffallende Eigenthümlichkeit zur Schau. Man möchte sie ihrem Habitus nach am ehesten noch sympathischen Nervengeflechten vergleichen, wenn nicht der unzweifelhafte Zusammenhang ihrer Ausläufer mit dem Hautepithel ihnen eine sensibele Funktion zuschriebe. Ehe ich indessen auf dies letztere Verhalten eingehe, will ich andere von mir an diesen Zellengruppen gefundene, höchst auffallende Structurverhältnisse schildern.

In schwach tingirten Goldpräparaten zeigen diese Zellen eine äusserst zierliche Granulirung. Der Zellkörper ist förmlich überladen mit kleinen, stark Licht brechenden Körnchen. An den langgestreckten Zellfortsätzen sieht man eine sehr regelmässige Anordnung dieser Körner, insofern dieselben auf weite Strecken hin perlschnurartig aneinandergereiht theils zwischen, theils auf den nervösen Fibrillen gelagert waren (Vergl. Fig. 27). Nicht selten waren die Fibrillen streckenweise „nackt“ resp. körnchenfrei, dann trat plötzlich die körnige Substanz

an ihnen wieder auf. Anfangs glaubte ich eine specifische Gold-Wirkung vor mir zu haben, indessen wurde dieser Argwohn beseitigt durch die grosse Uebereinstimmung der Bilder, welche ich mit anderen Reagentien erhielt.

In Chromammonpräparaten waren die Körner gleich regelmässig angeordnet; durch Osmiumsäure wurden dieselben zwar etwas dunkeler gefärbt, behielten die starke Lichtbrechung aber bei. Als ich nun gar diese Körner auch in ganz frischen Zupfpräparaten, die in der Leibesflüssigkeit der Thiere untersucht wurden, vorfand, zweifelte ich keinen Augenblick, dass hier eine ganz specifische, bisher von mir in keinem anderen Nervenpräparate Wirbelloser gesehene Substanz vorlag. Und zwar wurde ich sofort an die bereits oben angedeutete Entdeckung Flemmings[1]) erinnert. Flemming beschreibt an den letzten Verzweigungen der Mantelnerven von Mytilus in Osmiumpräparaten eine „granulirte Substanz", welche hier in derselben zierlichen Anordnung zwischen den Fibrillen gelagert war und welche, nach Mittheilung von Seiten Flemmings, auch an frischen Gefrierschnitten in derselben Weise zu sehen ist.

Nachdem ich durch die Güte Flemming's in den Stand gesetzt war, seine Präparate mit den von mir gesehenen Bildern zu vergleichen, wurde ich in der Annahme bestärkt, dass es sich in beiden Fällen um eine ganz ähnliche Substanz handelte. Flemming äussert sich in der genannten Arbeit nicht näher über die etwaige Natur und Bedeutung dieser interfibrillären Körner. Indessen kann ich nach mündlicher Mittheilung berichten, das Flemming in denselben eine myelinähnliche Substanz vermuthet. Trotzdem die Körner durch Osmiumsäure nicht geschwärzt werden, möchte ich dieser Ansicht beitreten. In ähnlicher, wenn auch minder ausgeprägter Anordnung sah ich auch in den letzten Ausläufern der Nervenzellenzüge des Fühlernerven diese Substanz auftreten. (Vrgl. g. s. in Figur 25.)

Auch will ich im Voraus bemerken, dass ich in den Nervenstämmen von Anodonta, Unio und Mytilus nach Anwendung von Osmiumsäure eine intensiv schwarz gefärbte Substanz in regelmässiger Weise sowohl interfibrillär als „intracellular" beobachtet habe; wenn nun auch diese letztere eben wegen der

1) Vgl. unten den Abschnitt über die Elatobranchier.

bekannten Osmiumreaction und ihrer specifischen Tropfenform mehr Anrecht hat als „myelinartig" bezeichnet zu werden, so möchte ich doch an der oben von Flemming ausgesprochenen Vermuthung festhalten; zumal alle Charactere dieser Substanz für eine scharfe Sonderung von der gewöhnlich nach M. Schultze sogenannten „interfibrillären" Substanz sprechen. Berechtigen nun schon diese specifischen Structurverhältnisse der genannten Zellen ihnen eine von der des Fühlernerven zu trennende Function beizumessen, so werden wir in dieser Annahme noch weiter bestärkt durch das Verhalten der Fortsätze dieser nervösen Gebilde. — Im eigentlichen Fühlerknopf kommen diese Zellen unter der glatten Epitheldecke nicht vor. Dagegen liegen sie gruppenweise an der Innenwand des Hautmuskels und senden hier ihre Fortsätze durch das Muskelstratum hindurch; innerhalb des letzteren splittern sich die Fortsätze auf, verlieren die characteristische körnige Substanz und die „nackten" Fibrillen streben zur Basis des Epithels der rundlich-warzigen Hautpapillen. (In der Figur ist das Epithel nicht mitgezeichnet.) Isolirte Fibrillen verschwinden zwischen den Epithelzellen; dem Modus ihrer Endigung habe ich auch hier nicht weiter nachgeforscht. Schon die Differenz der Epithelien berechtigt, den verschiedenen Nervenelementen specifische Functionen zuzuschreiben; welcher Art aber die Function der hier geschilderten eigenthümlichen Ganglienzellgruppen sei, darüber wage ich keine Vermuthung auszusprechen, zumal die physiologische Function des „Schnecken-Fühlers" noch durchaus controvers ist.

Erwähnen will ich noch, dass ich wiederholt im subepithelialen Stratum kleine spindelförmige Nervenzellen mit derselben characteristischen Granulirung beobachtet habe; während der eine Fortsatz im Epithel sich vorlor, verschwand der andere nach verschieden langem Verlauf im Muskelstratum. Auch „unipolare" Zellen (vgl. Fig. 27) beobachtete ich hier, die scheinbar nur einen Fortsatz zur Peripherie, d. h. zum Epithel entsendeten.

II. Das Nervensystem der Elatobranchien.

Ueber die Histologie des Nervensystems der Elatobranchien finden sich in der Literatur nur ganz vereinzelte Notizen, welche von einigen Forschern gelegentlich ihrer Studien an anderen Ge-

weben dieser Thierklasse angeführt werden. So beschreibt Walther Flemming[1]) an den peripherischen Verästelungen des Mantelnerven von Mytilus edulis einen Zusammenhang feiner Nervenreiser mit den haaretragenden Sinneszellen der Mantelzacken. In dem reich mit kleinen Ganglienzellen besetzten Endplexus waren Nervenfasern und Zellen dicht bedeckt mit reihenweis aneinandergeketteten Körnchen; Osmiumsäure färbte die Körnchen. Flemming constatirte auch an frisch untersuchten Präparaten diese schon oben erwähnte „zierliche Granulirung", ohne indess a. a. O. seine Ansicht über die Natur dieser Substanz weiter auszusprechen.

Was zunächst die Anatomie des Nervensystems der Muscheln betrifft, so habe ich die Nomenclatur der im Bronn'schen Werke[2]) gegebenen Darstellung Duvernoy's entlehnt. Nach Duvernoy besitzen sowohl Anodonta wie Unio und Mytilus ein vorderes, ein mittleres oder Pedal- und ein hinteres Ganglienpaar, die sämmtlich durch Commissuren resp. Verbindungsstränge untereinander verbunden sind.

Die Magen- und Darmnerven entspringen bei Anodonta und Unio vom Verbindungsstrang zwischen vorderem und mittlerem Ganglion, bei Mytilus dagegen aus dem Strang zwischen vorderem und hinterem Ganglion. Mytilus besitzt ferner noch 2 kleine accessorische, vordere Ganglien.

Ich habe bei den drei oben genannten Repräsentanten dieser Thierclasse die drei grossen Ganglien sowie die Verbindungsstränge und peripheren Nerven untersucht. Von Mytilus edulis untersuchte ich ferner auf die hier erörterten Structurverhältnisse hin den Mantelnerv mit seinen peripheren Terminalverästelungen.

Zupfpräparate untersuchte ich sowohl im frischen Zustande, als nach Anwendung der Osmiumsäure, des Ammonium bichromicum etc. Vom Mantelnerv stellte Flemming mir eine Serie seiner ausgezeichneten Präparate zur Verfügung.

---

1) Walther Flemming: Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Bd. VI des Archivs f. mikr. Anat. 1870. Derselbe: Ueber Bindesubstanz und Gefässwandung im Schwellgewebe. Archiv f. mikr. Anatomie Bd. XIV. 1877.

2) Bronn: Classen und Ordnungen der Weichthiere. III. Bd. Leipzig und Heidelberg 1862.

Beim Herauspräpariren des leicht zu überschauenden Nervensystems von Anodonta, Unio pictorum oder Mytilus edulis überrascht die intensive, braungelbe Färbung der Ganglienknoten, welche bedingt wird durch die bei Muscheln ganz characteristische und nur geringen, individuellen Schwankungen unterworfene Pigmentirung der Ganglienzellen. Bringt man nun ein Ganglion frisch in der Leibesflüssigkeit der Thiere auf den Objectträger, so überzeugt man sich leicht bei schwacher Vergrösserung, dass das Pigment vorzugsweise in der Randzone des Ganglion abgelagert ist. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man nämlich, dass die Ganglienzellen, welche sich als die Träger des starken Pigmentes erweisen, in mehreren Schichten dichtgedrängt an der Peripherie gelagert sind und zwar nimmt die Grösse der Zellen nach dem Centrum hin stufenweise ab. In der Mitte des Ganglions sieht man nur körnig-fibrilläre Masse.

Es kehrt somit auch hier bei den Muscheln der schon wiederholt beschriebene, einfache Bau der nervösen Centren wieder; nur gestaltet sich die Structur der kaum hirsekorngrossen Ganglien bei den Elatobranchiern weit einfacher noch als bei Gasteropoden und Würmern, insofern jede Abfächerung der Inhaltsmasse durch bindegewebige Septa hier vermisst wird.

Zerzupft man nun ein solches Ganglion, so ist das ganze Gesichtsfeld alsbald erfüllt mit kleinen und kleinsten Ganglienzellen, zu deren guter Isolirung stark verdünnte Chromammoniumlösung oder 0,05procentige Osmiumsäure vortreffliche Dienste leistet.

Betrachten wir zunächst eine jener grösseren, der Mehrzahl nach unipolaren Zellen aus der Randzone des Ganglions, so staunen wir alsbald über die förmliche Ueberladung der Zellen mit stark lichtbrechenden goldig-glänzenden Pigmentkörnern. Die Ablagerung des Pigmentes war bei älteren Individuen massenhafter, massenhafter wiederum bei Unio und Anodonta, als bei Mytilus. Häufig war neben dem Pigment nur noch der meist fein gekörnte Kern nebst einer ganz schmalen Randschicht der eigentlichen Zellsubstanz dem Auge frei zugängig. Wo die letztere in grösserer Ausdehnung gesehen werden konnte, zeigte dieselbe sowohl im frischen wie conservirten Zustande concentrische resp. fibrilläre Streifung (vgl. die Fig. 12, 14 u. 15).

Die glänzenden Pigmentkörner setzten sich reihenweise eine Strecke weit in den Fortsatz hinein fort. Bei Anodonta und Unio sah ich sehr häufig neben diesen glänzenden Pigmentkörnern grössere, doppeltcontourirte, myelinähnliche Tröpfchen. Nicht selten war die Zelle mit mehreren grösseren Tropfen vollständig erfüllt. Solche Zellen erinnerten flüchtig an „atrophische Fettzellen“ (vgl. Fig. 13). Mit Osmiumsäure bräunten sich die Tröpfchen und zeigten dann häufig eine centrale Abflachung analog den menschlichen rothen Blutkörperchen.

Neben diesen unipolaren Zellen nun trifft man bei den Muscheln nicht viel seltener auch auf grössere multipolare Ganglienzellen. Entsprechend der auffallenden Kleinheit der Nervenzellen der Muscheln im Allgemeinen war das Caliber der kleineren Zellfortsätze häufig so fein, das man sie für isolirte Fibrillen hätte halten mögen, wenn nicht die grosse Vulnerabilität dieser überaus zarten Elemente überhaupt zu grosser Vorsicht in der Deutung etwaiger Schrumpfwirkungen aufgefordert hätte. Die Nervenzellen der Elatobranchien bleiben an Grösse weit hinter denen der Würmer und vor Allem der Gasteropoden zurück. Bei Anodonta mass ich Zellen mit 0,06 Längen- und 0,04 mm Breitendurchmesser. (Unio 0,04 L. 0,018 B.; Mytilus nur 0,02 L. 0,009 mm B.)

Auch bei den Muscheln gelang es mir sichere Beweise für die Existenz einer besonderen structurlosen Zellmembran zu sammeln; ich fand nämlich wiederholt in Präparaten leere, blasenähnliche Gebilde mit spärlich daran haftender körnig-fibrillärer Substanz, die ich nur als leer gewordene Zellmembranen deuten konnte. Häufig war ein Rest des Zellinhalts in ihnen zurückgeblieben.

Die runden oder elliptischen Kerne der Zellen standen bei allen drei von mir geprüften Repräsentanten dieser Thierclasse in Relation zur Grösse der Zelle. Durch carminsaures Ammoniak färben sie sich schön rosa. Im Innern des Kerns erkannte ich reglmässig ein glänzendes, solides Kernkörperchen. Ausser einer hie und da etwas stärkeren Granulirung des Kerninhalts bot der letztere keine weitere Structur dar. Bei Anodonta und Unio sah ich häufig zwei Kerne in einer Zelle. Räthselhaft blieb mir ein in Fig. 14 gezeichnetes Verhalten, wo ich in einem Fortsatz nahe der Zelle auf einen kleinen, von Carmin roth tingirten Kern stiess;

man könnte somit den Fortsatz als Zelle deuten, welche durch eine „Commissur“ mit der grösseren zusammenhing.

Während die Ganglienzellen der Elatobranchier theils ihrer geringen Grösse, theils des starken Pigmentgehaltes wegen nur schwer eine „fibrilläre Structur“ erkennen lassen, findet man dagegen desto häufiger in Fibrillenbündel zerfallende Zellfortsätze.

Die Nervenstämme und Nervenfasern der Elatobranchien.

Die Nervenstämme der von mir untersuchten Muscheln zeichnen sich aus durch ein sehr lockeres zartes Neurilemm. Während das Neurilemm der Gasteropoden und Würmer eben seiner Straffheit wegen der Isolirung der Nervenfasern grosse Hindernisse bereitet, weil die Secundärscheiden ihrer Dicke wegen fest mit dem primären Neurilemmarohr zusammenhängen, könnte man von dem Neurilemm der Muscheln das Gegentheil behaupten. Man erkennt hier eben ihrer Zartheit wegen nur schwierig an optischen Längsschnitten die Secundärscheiden, trifft dagegen hier viel häufiger isolirte Fibrillenbündel als bei Gasteropoden und Würmern.

An grösseren Nervenstämmen, etwa von der Dicke des Mantelnerven, wird man nicht lange darüber in Zweifel bleiben können, ob die Nerventämme der Elatobranchier einen anderen Bau zeigen, als ich ihn bisher bei den von mir untersuchten Wirbellosen gefunden. Ein guter Querschnitt (wie ihn Figur 20 vom Mantelnerven von Mytilus edulis darstellt) liefert alsbald den Nachweis, dass das Lumen des Nervenstammes durch ein allerdings sehr zartes bindegewebiges Netzwerk in eine Unzahl Fächer abgetheilt ist. In der unteren Hälfte der Figur ist der nervöse körnig-fibrilläre Inhalt in einer schmalen Randzone in den Maschen des Netzwerks haften geblieben; hier ist es schwer die bindegewebigen Septa zu erkennen. Oben dagegen, wo die Maschen leer sind, erkennt man deutlich radiär vom primären Neurilemm ausstrahlende Secundärscheiden. Inwieweit die scheinbar grosse Differenz in der Grösse der abgetheilten Fächer durch eine schrumpfende Wirkung des Reagens verschuldet ist, mag dahingestellt bleiben.

Auf der Schnittfläche erkennt man ferner mehrere spindelförmige Zellen, die deutlich in den Maschen des Netzwerks

liegen und somit wohl als Ganglienzellen angesprochen werden dürfen.

Die Figur 22, in welcher eine Verästelung des Mantelnerven von Mytilus edulis gezeichnet ist, weist eine grössere Anzahl sogenannter interponirter Ganglienzellen auf. Beide Figuren sind nach Präparaten Flemming's von mir gezeichnet.

Zupfpräparate, welche mit Ammon. bichrom. (0,05%) und carminsaurem Ammoniak behandelt waren, lieferten mir deutliche „fibrilläre" Bilder; Figur 17 stellt ein stärkeres, aus einem Nervenstamm isolirtes Fibrillenbündel dar, welches im Innern aber wiederum die Conture von Secundärscheiden erkennen lässt. In Figur 18 strahlt die nervöse Inhaltsmasse büschelförmig in Fibrillen aus. Ob alle im Lumen schwach sichtbaren Zellen nervöser oder bindegewebiger Art seien, liess sich an diesen Präparaten nicht entscheiden. Ein grosser Theil der roth gefärbten Kerne gehört jedenfalls dem Neurilemm an, welches ferner noch eine fettähnliche, in Körnchenreihen gruppirte, glänzende Substanz enthält. Sogenannte Schleimzellen wie ich sie im Neurilemm der Gasteropoden beschrieben, enthält die Nervenscheide der Muscheln nicht. — Sehr viel klarere Bilder erhielt ich mit der Osmiumsäure, welche mir höchst eigenthümliche Structurbestandtheile vor Augen führte. Nervenstämme sowohl wie Nervenfasern zeigten schon bei schwacher Vergrösserung ein auffallend grob granulirtes Aussehen. Bei stärkerer Vergrösserung erwies sich als die Ursache der Granulirung eine Unzahl tief schwarz gefärbter Körner oder Tröpfchen. Der bei weitem grössere Theil dieser eigenthümlichen, von Osmium tingirten Substanz lag im Innern höchst merkwürdiger Gebilde. Die Nervenstämme und -Fasern zeigten nämlich im Innern zwischen den nervösen Fibrillen zahlreiche langgestreckte, spindelförmige, meist bipolare, Zellen. In diesen Zellen, meist in der Nähe der Kerne, lagen reihenweise die schwarz gefärbten „Tropfen" in sehr wechselnder Anzahl und Grösse. (Vergl. Fig. 21 und 23.) Im isolirten Zustande erschienen die Zellen bei starker Vergrösserung als kernführende Fibrillenbündel; die Fortsätze splitterten in der Regel in einen Büschel von Fibrillen auf. Neben der bipolaren Form war die vielstrahlige vertreten, die man anfangs kaum für Nervenzellen hätte halten mögen, wenn nicht auch hier eine körnige, interfibrilläre Substanz für ihre nervöse Natur gesprochen hätte.

Das Vorkommen solcher langgestreckten, zahlreich verästelten, und wie wir wohl annehmen dürfen, eben mittelst ihrer Fortsätze in die leitende nervöse Substanz eingeschalteten Zellen ist von mir an zahlreichen Osmiumsäurepräparaten von Anodonta und Unio bestätigt worden, und stehe ich nicht an, in dem Vorkommen dieser Zellen eine ganz characteristische Eigenthümlichkeit der Nerven der Elatobranchier zu sehen. Denn die bei Gasteropoden wie Würmern in viel geringerer Anzahl vorkommenden, sogenannten interponirten Nerven-Zellen sind von den eben geschilderten durchaus verschieden. Somit kommt in den Nervenstämmen der Elatobranchier eine ganz specifische Form von Nervenzellen vor, die ich nie in den nervösen Centren oder in peripherischen Verzweigungen gesehen. Was diese Zelle aber besonders interessant macht, das ist das Auftreten jener körnigen, von Osmium geschwärzten myelin-ähnlichen Substanz. Die letztere kommt nun auch diffus zwischen und innerhalb der Fibrillenbündel vor (vergl. Fig. 24), nur ist sie hier mehr feinkörnig, nicht an Tropfen erinnernd, wie in den Zellkörpern.

Ich erwähnte bereits oben in dem Abschnitte über die Gasteropoden gelegentlich der Besprechung der verschiedenen Uebergangsarten centraler Zellfortsätze in periphere Nervenfasern, dass mir bei Elatobranchiern wiederholt der Nachweis eines sogenannten indirecten Uebergangs mit Einschaltung kleinerer Ganglienzellen geglückt ist. Um Wiederholungen zu vermeiden, beschränke ich mich daher hier auf eine Erklärung meiner Abbildung in Fig. 18. Eine grosse multipolare Ganglienzelle aus der Randzone des unteren Ganglions von Anodonta hängt durch ihre Fortsätze mit zwei kleineren multipolaren Ganglienzellen zusammen. Erst die Ausläufer dieser letzteren lösen sich in ein Netzwerk körnig-fibrillärer Substanz auf, wie sie im Centrum des Ganglions vorhanden ist. Aus dieser letzteren entspringen dann die verschiedenen, einen Nervenstamm constituirenden Fibrillenbündel, resp. Nervenfasern.

III. Würmer.

Untersuchungsmethoden.

Als Repräsentanten dieser Classe der Wirbellosen wählte ich Hirudo medicinalis und Lumbricus agricola zur Untersu-

chung. Dass ich bei meinen Untersuchungen über die feineren Structurverhältnisse der Nervenfasern und Ganglienzellen von Hirudo medic. zu zum Theil anderen Resultaten als Hermann gekommen bin, und insbesondere rücksichtlich der Fibrillarität mit den anderen Wirbellosen so übereinstimmende Bilder erhalten habe, glaube ich der Wahl der bei Gasteropoden und Muscheln erprobten Reagenzien zu danken. Aber gerade bei Hirudo habe ich auch mit grossem Nutzen die Untersuchung im frischen Zustande, im Blute des Thieres und in Jodserum vorgenommen. Bei der Wahl der Conservationsreagenzien musste ich vor Allem darauf Bedacht nehmen, auf das der Zerzupfung so sehr widerstehende straffe Neurilemm, welches die Ganglien, das Bauchmark und die Nervenstämme einhüllt, günstig einzuwirken. Mit Vortheil legte ich zu diesem Zweck die Präparate mehrere Secunden lang in concentrirte Essigsäure, oder liess dieselben längere Zeit in Schwefelsäure liegen. Zur Härtung bediente ich mich wieder dünner Chromammonlösungen. Die Nervenfasern und Ganglienzellen von Hirudo zeichnen sich gegenüber dem straff-widerspänstigen Neurilemm durch grosse Zartheit und Fragilität aus.

Ganglienzelle.

Die Grundform der Ganglienzellen aus den Schlund-, Bauch- und Schwanzganglien von Hirudo ist keulen- oder spindelförmig; auch hier überwiegt bei Weitem der unipolare Habitus; insbesondere sind auch hier die grossen, an der Peripherie der Ganglien gelagerten Zellen unipolar. Multipolare Zellen sah ich nur sehr selten, und immer waren es kleinere, welche diese Form hatten; häufiger begegnete ich bipolaren und diesen wieder häufiger in Gestalt der sogen. interponirten Zellen im Verlaufe der Nervenstämme als in den Centren. Hinsichtlich der Grössenverhältnisse stimmen meine Maasse mit denen Hermann's überein.

Im frischen Zupfpräparat fand ich, wie dies auch von Hermann beschrieben ist, regelmässig der Zelle eine feinkörnig-fibrilläre Masse anhaften; die Fibrillen zeigten häufig feinste Varicositäten. Ob dieselbe aber unzweifelhaft nervöser oder, wie Hermann glaubt, bindegewebiger Natur sei, davon konnte ich mir keine Gewissheit verschaffen. Die Varicositäten sprechen wohl mehr für eine Identität mit der im Centrum der Ganglien vorhandenen

fibrillären Substanz, welche auch hier augenscheinlich durch den allmäligen fibrillären Zerfall der Zellfortsätze gebildet wird. Ich erhielt oft an guten Zupfpräparaten hierfür ganz überzeugende Situsbilder.

An frischen, gut isolirten Zellen war eine Membran mit Bestimmtheit nicht nachzuweisen. Dagegen glückte es mir an erhärteten Präparaten wiederholt, eine den etwas geschrumpften Zellkörper schalig umgebende, mit kleinsten Kernen versehene Hüllensubstanz zu constatiren, deren Contoure oft ganz scharf auf den Zellfortsatz sich weitererstreckten (Fig. 30). Anfangs hielt ich diese Hülle für Reste des bindegewebigen Fachwerks, welches im Ganglion die grösseren Zellen einschliesst; ich sollte aber bald sicheren Aufschluss über die Natur dieser Substanz erhalten. Die in Fig. 28 abgebildete Zelle nämlich zeigt bei a eine Läsion; der Zellinhalt ist hier augenscheinlich durch den Fortsatz herausgerissen. Die leere, röhrig verzweigte Scheide des Fortsatzes, welche, wie ich wohl annehmen darf, auch hier den Zellkörper als „Membran" überzieht, lässt über die Deutung dieses Bildes keine Zweifel bestehen. Später gelang es mir denn auch wiederholt in frischen, in Jodserum zerzupften Präparaten auf leere, im Gesichtsfeld herumschwimmende Zellhüllen zu stossen; häufig war noch ein Rest des körnig-fibrillären Zellinhalts an der Rissstelle im Austreten zu beobachten. Die ganz ähnliche Figur 29 ist nach einem in Ammonium bichrom. erhärteten Präparat gezeichnet. Hermann gegenüber muss ich betonen, dass es in derartigen Fällen absolut keiner „Phantasie" oder „Künstelei" bedurfte, um sich von der Existenz dieser „Membranen" zu überzeugen.

Die Controverse über die Zellmembran der Ganglienzellen Wirbelloser ist so alt, wie die Untersuchung der Nervenelemente dieser Thiere. Leydig erklärt sich mit aller Entschiedenheit gegen eine solche; er demonstrirte zuerst das bindegewebige Fachwerk im Ganglion und sah an isolirten Zellen nur eine erhärtete Rindensubstanz, welche den Eindruck einer Membran hervorrufen könnte. Waldeyer schliesst sich Leydig an; dagegen haben Valentin, Faivre, Owsjannikow, Walter und Solbrig, allerdings nur in wenigen Fällen, eine Membran beobachtet. Hermann schreibt merkwürdigerweise der „sympathischen" Ganglienzelle von Hirudo eine Membran zu im Gegensatz zur centralen. Hermann hielt sich wegen dieses und anderer

abweichender Befunde[1]) für berechtigt, das „sympathische“ dem cerebrospinalen oder schlechthin peripherischen Nervensystem Wirbelloser scharf gegenüberzustellen; ich verweise auf das bei Gasteropoden hierüber Gesagte. Von Hirudo medicinalis gelang es mir leider nicht, brauchbare Präparate der „sympathischen“ Darmnerven zu erhalten.

Die Ganglienzelle von Hirudo erschien mir sowohl bei der Untersuchung im frischen Zustande, als nach Anwendung von Reagenzien fibrillär; die Fortsätze waren gleichfalls fibrillär; wiederholt sah ich Fortsätze, welche in Büschel von Fibrillen bei der Präparation zerfallen waren. Mit Rücksicht auf diesen Befund, der mit den früher bei Gasteropoden und Muscheln gemachten Beobachtungen über den fibrillären Bau so völlig übereinstimmt, halte ich mich für berechtigt, die zuerst von Fleischl[2]) bei Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri von Rana und dann von Hermann bei Nervenzellen von Hirudo gesehene „globuläre“ und „interglobuläre“ Substanz für Artefacte der Borsäure zu halten. Da ich mich bereits an anderer Stelle[3]) über diese Fleischl'sche „Entdeckung“ geäussert und meine Ansicht über die Bedeutung der Borsäurebilder vertreten habe, hielt ich es nicht für nöthig, auch die Ganglienzellen von Hirudo in ihrem Verhalten zu dieser Säure zu prüfen.

Der Kern der Ganglienzelle von Hirudo war an frischen Präparaten rund und doppelt-contourirt, sein Aussehen crystallklar; an solchen frischen Kernen habe ich keine weitere Structur gesehen; nach der Behandlung mit Chromsalzen und Osmiumsäure erschienen im Kern verschieden zahlreiche Körnchen; indessen sah ich bei dieser Behandlung keine Kernnetze.

Die Grösse des Kernes fand ich stets proportional der Zellgrösse; wiederholte Messungen veranlassen mich dies Hermann gegenüber besonders zu betonen. Meine Kernmaasse schwankten zwischen 0,015 und 0,002 mm. Kern- und Kernkörperfäden habe ich bei Hirudo nie gesehen, und befinde ich mich in dieser Beziehung im Einklang mit Leydig, Will, Bruch, Buchholz, Waldeyer, Walter und Hermann.

1) Vgl. oben.

2) Fleischl: „Ueber die Wirkung von Borsäure auf frische Ganglienzellen“. Wiener Sitzungsber. Bd. LXI II. 1870.

3) Archiv f. Anat. u. Entwicklungsgesch. 1878. Heft IV.

Das Kernkörperchen von Hirudo ist nach den Untersuchungen von Hermann kein frei im Kern suspendirtes Körperchen; es stellt hier vielmehr eine linsenförmige Verdickung der Innenwand der Kernmembran dar. Diese auffallenden Angaben Hermann's veranlassten mich die Kernkörper von Hirudo näher zu prüfen. In der grossen Mehrzahl der Fälle liegt dasselbe nun excentrisch, und zwar der Innenwand der Kernmembran an; doch stellt dasselbe ein völlig abgegrenztes Körperchen dar. In allen Fällen, wo ich glaubte anfangs die Beobachtung Hermann's bestätigen zu können, überzeugte ich mich nachträglich, dass der innere Contour der Kernmembran neben dem Kernkörperchen vorbeilief. Hermann giebt nämlich an, dass das Kernkörperchen, im Profil gesehen, sich meist so darstelle, als bilde die innere Kernwand eine buckelförmige Prominenz ins Innere des Kerns (vgl. Fig. 34 a u. b). Indessen habe ich dies nie bestätigen können, insofern immer ein schmaler Zwischenraum zwischen Kernkörper und Kernmembran zu constatiren war. Häufig sah ich dagegen halbmondförmige Einkerbungen, oft mehrere an einem Kern, an denen aber immer beide Contoure der Membran theilnahmen (vgl. Fig. 34 c). Auch beobachtete ich am Kernkörper nicht selten eine buckelartige Auflagerung, so dass das Ganze eine hutförmige Gestalt annahm.

Den Ganglienzellen von Hirudo und wie ich gleich hinzufügen will, auch von Lumbricus agricola fehlt das circumscript an der Abgangsstelle des Hauptfortsatzes gelagerte Pigment, wie es bei Gasteropoden und Muscheln so constant vorkommt. Häufig sah ich an Ganglienzellen von Hirudo ein sehr wechselndes Verhalten der Zellsubstanz zur Carminfärbung; die Färbung war oft in concentrisch den Kern umkreisenden Zonen verschieden intensiv ausgefallen, nicht selten war das Centrum der Zelle und die Peripherie dunkel tingirt, während eine scharf begrenzte Zwischenzone heller geblieben war.

Nervenstämme und Nervenfasern.

Der Bau der Nervenfasern von Hirudo ist zuerst von Hermann gründlich erforscht. Hermann entdeckte, wie bereits oben erwähnt wurde, den gefächerten Bau im Innern der primären Neurilemmascheide. Ich konnte schon häufig an guten optischen

Längsschnitten diesen Bau erkennen. (Figuren 31, 32 u. 33.) Die Figur 31 stellt ein Commissurenpaar dar, welches zwei Bauchganglien untereinander verbindet; in der Mitte ist der „intermediäre" Nerv Faivres, welcher häufig durch kurze Anastosmosen mit den Commissuren sich in Verbindung setzt, welche wie schon von Leydig hervorgehoben wird, immer einseitig auftreten. Ich betone ausdrücklich, dass sowohl Commissuren wie periphere Nerven diese Secundärscheiden besitzen; die Figur 33 stellt einen peripheren Nerv dar, welcher ein isolirtes Fibrillenbündel abgiebt; das letztere, welches bei a nackt aus seiner Scheide heraustritt, kann mit Recht als das Aequivalent einer Nerven-„Faser" im Sinne der Wirbelthierfaser aufgefasst werden.

Walter beschreibt zwischen Fibrillenbündeln und Neurilemm bei Hirudo eine „durch Druck leicht verschiebbare", feinkörnige Masse. Ich muss dazu bemerken, dass ich wiederholt ähnliche Bilder, wie Walter sie in seiner Fig. Va auf Taf. I abbildet, bekommen habe; doch gewann ich die Ueberzeugung, dass Walter leere Scheidefächer für „Fasern", ihren weggedrückten körnigfibrillären Inhalt dagegen für jene die Nervenfasern angeblich umgebende Substanz gehalten hat. Es gelang mir wiederholt durch Druck solche Bilder künstlich hervorzurufen. Walter will diese feinkörnige Substanz nun ferner nur in den Commissuren gesehen haben; ich wiederhole, dass ich nie einen Unterschied in der Structur der Commissuren und Nervenstämme beobachtet habe; höchstens wäre zu bemerken, dass, wie Hermann es hervorhebt, die Commissuren sehr verschieden dicke Secundärfächer besitzen, während diese letzteren bei den übrigen Nerven mehr übereinstimmend breit gefunden werden. Leydig's Angaben über einen verschiedenen Bau der Commissuren und Nervenstämme sind somit durch den von Hermann für beide gebrachten Nachweis der Secundärfächer widerlegt.

Das Neurilemm der Nerven von Hirudo besitzt nur spärliche Kerne, sowie eine häufig in Körnchenreihen gruppirte glänzende, fettähnliche Substanz. „Invaginationen" des Neurilemm, wie Walter sie sah, habe ich nie beobachtet, auch erwähnt Hermann diese nicht. Eine häufig von mir gesehene Einschnürung möchte ich für ein bei der Präparation entstandenes Kunstproduct halten.

An feineren Verzweigungen der Nerven von Hirudo sah ich

oft schon bei der Untersuchung im frischen Zustande fibrilläre Aufsplitterungen. Auch Hermann sieht die „Fibrille“ als letzte Structureinheit in den „cerebrospinalen“ Nerven von Hirudo an, wie er auch jene abgefächerten Bündel in den Nervenstämmen als differenzirte Nervenfasern betrachtet. Aber auffallender Weise repräsentirt die sympathische Faser von Hirudo nach Hermann kein solches Fibrillenbündel: die sympathische Faser ist nach Hermann homogen oder fein granulirt. Hermann fügt dieser Bemerkung die Worte hinzu: „auch sei ja eine fibrilläre Structur mit dem nachweisbaren Ursprunge der sympathischen Fasern aus dem Ganglienkörper nicht recht vereinbar“ (pag. 56). Hermann hat kurz zuvor den häufig von ihm im Darm von Hirudo beobachteten Ursprung sympathischer Fasern aus Ganglienzellen angeführt. Ich muss daher die oben citirte, nur schwer verständliche Notiz Hermanns so deuten, als könne Hermann sich den Ursprung einer „fibrillären“ Faser aus der „globulären“ Ganglienzelle nicht recht vorstellen. Leider besitze ich keine Präparate der Darmnerven von Hirudo; mit Rücksicht auf die grosse Uebereinstimmung, welche ich bei Gasteropoden zwischen dem sympathischen und cerebro-spinalen System gefunden habe und mit Rücksicht auf meine oben erörtete Ansicht über die „globuläre“ und „interglobuläre Substanz muss ich die Hermann'schen Angaben in Zweifel ziehen; höchstens könnte die Erkennung der Fibrille in den Darmnerven weniger leicht gelingen als anderswo, woran ja auch die verschiedenen Reagenzien schuld sein könnten.

In den peripheren Nerven von Hirudo begegnete ich sehr häufig den auch von Hermann beschriebenen, sogenannten „interponirten“ Ganglienzellen, die hier jedoch weit spärlicher vorkommen als bei Gasteropoden und Muscheln; überhaupt habe ich dieselben immer nur in unmittelbarer Nähe abgehender Nervenzweige an den Theilungsstellen beobachten können.

Nervenfaser und Ganglienzelle von Lumbricus agricola.

Die Structur der Ganglienzelle von Lumbricus stimmt so völlig mit derjenigen von Hirudo überein, dass ich der obigen Darstellung nichts hinzuzufügen habe. Nur fand ich das Kernkörperchen in der Regel im Centrum des Kerns, und nicht wie bei Hirudo an der Innenseite der Kernmembran gelegen.

Nach Leydig (a. a. O. pag. 154) begegnet man bei Lumbricinen keiner so scharf ausgeprägten Nervenprimitivfaser wie bei Hirudo; der Inhalt der Nerven von Lumbricus besteht nach Leydig aus einer Mischung feiner Fäserchen und einer Punktsubstanz. Auch Waldeyer erklärt den Inhalt der Seitennerven von Lumbricus für hüllenlose Axencylinder. Da Waldeyer die Secundärfächer im Innern nicht bekannt waren, fällt diese Auffassung Waldeyers somit mit der von Leydig zusammen. Waldeyers Angabe glaubte ich anfangs auf Grund frisch untersuchter Präparate bestätigen zu müssen. Indessen zeigten die Seitennerven unter Anwendung verschiedener Reagenzien sehr scharfe Secundärscheiden. Dass sie an frischen Präparaten nicht zu sehen, liegt wohl an der grösseren Zartheit, welche alle nervösen Structurelemente von Lumbricus gegenüber denen von Hirudo auszeichnet.

An Rissstellen, wo der nervöse Inhalt büschelförmig austrat, sowie auch an guten optischen Längsschnittsbildern frischer Präparate überzeugte ich mich von der schon von Leydig hervorgehobenen stärkeren Anhäufung der körnigen, interfibrillären Punktsubstanz.

Die an der Rückenseite des Bauchmarks gelegenen, von Leydig entdeckten, riesigen, dunkelrandigen Fasern mit centralem Fibrillenbündel habe ich sowohl an frischen Zupfpräparaten als auch nach vorheriger Osmiumsäureeinwirkung dargestellt. Ihr Auffinden wird einmal sehr erschwert durch die Straffheit des überhaupt der Untersuchung nervöser Structurtheile von Lumbricus hinderlichen Neurilemms. Letzteres ist nämlich reich mit Muskelfasern ausgerüstet. Am besten gelang mir noch das Zerzupfen an ganz frischen Präparaten, die wenige Secunden in concentrirter Essigsäure gelegen hatten. Die durch Osmium sich schwarz färbende breite Myelinscheide jener Fasern ist äusserst fragil und in Zupfpräparaten immer nur auf kurze Strecken zu erhalten. Dabei fällt das centrale Fibrillenbündel sehr leicht aus der Scheide heraus; wenigstens begegnet man mehr Scheidenstücken, die leer sind, als solchen, wo das centrale Bündel erhalten. Schon Leydig macht darauf aufmerksam, dass diese Fasern häufig leeren Blutgefässen täuschend ähneln; indessen die abweichende Structur der Gefässwand bewahrt uns leicht vor diesem Irrthum.

Schlussbemerkungen.

Im Folgenden recapitulire ich kurz die wichtigsten Punkte meiner Untersuchungen.

I. Im Nervensystem der von mir untersuchten Gasteropoden, Muscheln und Würmer konnte ich überall als letzte Structureinheit die Primitiv-„**Fibrille**“ zur Darstellung bringen. — Ich habe die Fibrille in Nervenzellen wie -Fasern sowohl bei der Untersuchung im frischen Zustande, als mit Hülfe der verschiedensten Reagenzien gesehen. Die Untersuchung im frischen Zustande scheitert indessen in vielen Fällen an ungünstigen Lichtbrechungsverhältnissen, welche, wie ich anzunehmen geneigt bin, durch die Gegenwart einer die Fibrillen umgebenden Substanz bedingt werden. Diese Substanz ist im Leben zäh-flüssig; durch Reagenzien gerinnt sie zu den gewöhnlich so genannten interfibrillären Körnern.

II. Der von Hermann für die Nervenstämme und Commissuren von Hirudo entdeckte, abgefächerte Bau der Neurilemmascheiden gilt nach meinen Untersuchungen in derselben Weise für die Nervenstämme und Commissuren der Gasteropoden und Elatobranchiaten. Die sympathischen Nerven der Gasteropoden scheinen hiervon eine Ausnahme zu machen. Somit besitzen diese Repräsentanten aus drei Classen der Wirbellosen keine scharf differenzirten Nervenfasern im Sinne der cerebro-spinalen, markhaltigen Wirbelthier-Faser; doch erlaubt der eigenthümlich gefächerte Bau des Neurilemms in jedem der Art abgeschlossenen Fibrillenbündel das Aequivalent der Nerven-Faser zu erblicken.

III. Die centralen Zellfortsätze sollte man nicht schlechthin Nervenfaser oder Nervenfibrille nennen. Sie lösen sich durch fortgesetzte Theilung in die körnig-fibrilläre netzförmig-verzweigte Centralsubstanz auf, aus dieser letzteren erst bilden sich direct Nervenfasern. Bei den Elatobranchiaten habe ich wiederholt einen anderen Modus des sogenannten indirecten Uebergangs beobachtet. Kleinere multipolare Ganglienzellen sind in die Leitungsbahn zwischen die grösseren Zellen und die nervöse, anastomotische Centralsubstanz einge-

schaltet. Auch sah ich bei Gasteropoden häufig intercellulare Commissuren. Der directe Uebergang eines grossen Zellfortsatzes in eine zur Peripherie verlaufende Nervenfaser ist bisher durch kein einziges unanfechtbares Beispiel sichergestellt.

IV. Der von mir bei Helix und Arion untersuchte N. sympathicus ist gegenüber dem cerebro-spinalen System ausgezeichnet durch einen grossen Zellenreichthum, sowie durch den Mangel der „Secundärscheiden"; hinsichtlich der Fibrillarität bestehen keine Differenzen.

V. Im Hautmuskelschlauch und Fühler von Helix kommt eine von Flemming entdeckte, ganz characteristische Form von Ganglienzellen vor. Diese Zellen sind neben ihrer eingenthümlichen Gestalt, Lage und Verbindung ausgezeichet durch eine von mir beobachtete, specifische, interfibrilläre Substanz, welche völlig analog der von Flemming in den Endverzweigungen des Mantelnerven von Mytilus entdeckten, „granulirten Subtanz" zu sein scheint.

VI. In den Nervenstämmen und Nervenfasern der Elatobranchiaten kommt ebenfalls eine höchsteigenthümliche, **durch Osmium schwarz sich färbende, myelinähnliche** Substanz sowohl interfibrillär als intercellulär vor.

VII. Die Ganglienzellen der Elatobranchiaten und Würmer, sowie die sympathischen Zellen der Gasteropoden besitzen unzweifelhaft eine auf den Fortsatz übergehende structurlose **Membran.**

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Bilder sind mit mittelstarken Linsen (Zeiss Immersion F) gezeichnet; stärkere Systeme wurden absichtlich vermieden, um Täuschungen durch Beugungserscheinungen zu entgehen. Die Figuren 11, 20 und 22 sind nach Präparaten des Herrn Professor Flemming gezeichnet.

Tafel V.

Fig. 1. Riesige centrale Ganglienzelle aus dem Ganglion infraoesophageum von Helix pomatia; zwei Fortsätze entspringen von demselben Pol isolirt. Das Pigment erstreckt sich in die

Fortsätze hinein. Ammonium bichrom. 0,05 pCt.; carmins. Ammoniak.

Fig. 2. Centraler Zellfortsatz; bei a hebt sich die sehr scharfe structurlose Membran ab; bei b in Fibrillen sich auflösend. Behandlung wie oben.

Fig. 3. Kernfortsatz von Helix pomatia aus dem Ganglion infra-oesophag. In Ammonium bichromic. frisch untersucht. Nachherige Tinction mit picrocarmins. Natron.

Fig. 4. Desgl. Osmiumsäure 0,1 pCt.; carmins. Ammoniak.

Fig. 5. Desgl. Ganglienzelle von Arion ater aus dem Ganglion infra-oesophagum. Osmium 0,1 pCt.; carmins. Ammon.

Fig. 6. Desgl. Aus dem Gangl. supra-oesophag. von Helix nemorosa. Osmium 0,1 pCt.

Fig. 7. Isolirter Kern ebendaher. In den Figuren 5 und 7 ist der Kerninhalt im Ausfliessen begriffen. (Artefacte.)

Fig. 8. Präparat des Darmnervengeflechts eines jungen Exemplars von Helix pomatia. Concentr. Essigsäure 3 Min. carmins. Ammoniak.

Fig. 9. Schleimzelle aus dem Neurilemm von Helix pomatia. Ammon. bichromic. 0,1 pCt.

Fig. 10. Mittelstarker Nervenstamm von Arion ater. Kernhaltiges Neurilemm mit fettig glänzender Körnersubstanz; Contoure der Secundärscheiden. Der fibrilläre Inhalt tritt büschelförmig aus. Ammon. bichr. 0,1 pCt.; Schwefelsäure 0,5 pCt.; carmins. Ammoniak.

Fig. 11. Querschnitt des Fühlernervenstammes von Helix pomatia. Neurilemmatisches Fachwerk mit Kernen. In den leeren Maschen vereinzelte zurückgebliebene Ganglienzellen. Kali bichr.

Fig. 12. Centrale Ganglienzelle von Unio pictorum aus dem unteren Ganglien-Paar. Characteristisches Pigment mit grösseren fettig-glänzenden Tropfen. Ammon. bichromic. 0,1 pCt.; carmins. Ammoniak.

Fig. 13. Desgl. Grosse doppelt-contourirte Tropfen an Stelle des Pigments. Behandlung wie oben.

Fig. 14. Multipolare Ganglienzelle von Anodonta; Behandlg. wie oben.

Fig. 15. Unipolare Zelle ebendaher. Das sehr reichliche Pigment ist durch Osmium leicht gefärbt. Osmium 0,1 pCt.

Fig. 16. Leere Zell-Membran von Mytilus edulis. Aussen haftet körnig-fibrilläre Inhaltsmasse an. Friches Zupfpräparat.

Fig. 17. Grösseres „primäres“ (Waldeyer) Fibrillenbündel mit Secundärbündeln im Innern, isolirt aus einem grösseren Nervenstamm von Anodonta. Ammon. bichr.; carmins. Ammoniak.

Fig. 18. Kleiner Nervenstamm von Unio. Ammon. bichr.; carmins. Ammoniak.

Fig. 19. Grosse multipolare Ganglienzelle von Anodonta. Indirecter Uebergang der Fortsätze durch das Bindeglied kleinerer, multipolarer Zellen in körnig-fibrilläre Centralsubstanz. Ammon. bichr. 0,1 pCt.; carmins. Ammoniak.

Tafel VI.

Fig. 20. Querschnitt des Mantelnerven von Mytilus. Secundärscheiden. Vereinzelte Ganglienzellen in den Maschen des neurilemmatischen Fachwerks. Rechts ist nervöser Inhalt erhalten.

Fig. 21. Eigenthümliche myelinähnliche Substanz in einem Nerven von Anodonta. Osmium 0,1 pCt.

Fig. 22. Mantelnervverzweigung von Mytilus. Zahlreiche interponirte Ganglienzellen.

Fig. 23. Die myelinähnliche, intracellulare Substanz in einer aus dem Präparat 21 isolirten spindelförmigen Nervenzelle.

Fig. 24. Dieselbe Substanz als interfibrilläre in Fibrillenbündel. Ebenfalls aus Präparat 21 isolirt.

Fig. 25. Aus dem Fühlerknopf von Helix pomatia. Nervenzellenzug II. Ordnung aus dem gangliösen Lager (g. L.) kommend, die Hautmuskelschicht (h. m.) durchsetzend und in Fibrillenbündeln zwischen je 2 Epithelzellen aufsteigend; gs = granulirte Substanz; b. z. = Becherzellen.

Fig. 26. Ebendaher. Goldpräparat. N. z. = Nervenzellenzug; b. subepitheliale Hautmuskelschnitt; c. Cuticularsaum; b. und c. stark von Gold geschwärzt.

Fig. 27. Characteristische, körnige Substanz an den eigenthümlichen Ganglienzellen im Fühlerraum und Fühlerknopf. Die „nackten" Fibrillen gehen an's Epitlhel. aa. isolirte Nervenzellen in dem subepithelialen Stratum. Goldpräparat.

Fig. 28. Ganglienzelle aus dem Bauchmark von Hirudo medic.; bei a ist der nervöse Inhalt durch einen Zupfinsult herausgerissen; m leere Membran auf den Fortsatz übergehend. Frisches Präparat. Jodserum.

Fig. 29. Zellenmembran ebendaher. Der nervöse Inhalt theilweise ausgetreten. Ammon. bichr. 0.1 pCt.

Fig. 30. Ganglienzelle von Hirndo mit Zellmembran und aussen anhaftender körnig-fibrillärer Substanz. Frisch untersucht im Blute des Thieres.

Fig. 31. Commissuren-Paar des Bauchstrangs von Hirudo medicinalis mit dem „intermediären" Faivre'schen Nerven; bei a eine Anastomose dieses letzteren Nerven mit einer Commissur. Ammon. bichromic. 0,02 pCt.; Schwefelsäure 0,5 pCt.; Ammoniak.

Fig. 32. Seitennervenpaar von Lumbricus agricola; in der Mitte ein leeres Blutgefäss. Ammon. bichromic. 0,02 pCt.; carmins. Ammoniak.

Fig. 33. Nervenfaserbündel von Hirudo medicinalis; bei a ein isolirtes Fibrillenbündel abgebend. Frisch im Blute des Thieres untersucht.

Fig. 34. Kernkörper von Hirudo. a nach Hermann; b hutförmiges Kernkörperchen; der Contour der inneren Kernmembran hört nicht auf; c Einkerbung der Kernmembran; nach frischen Präparaten gezeichnet.

Ueber die Veränderungen des serösen Epithels am blossgelegten Froschmesenterium.

Von

Dr. med. **Richard Altmann,**
Assistenten am pathologischen Institut in Giessen.

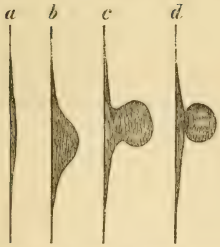
Hierzu 3 Holzschnitte.

Betrachtet man an dem blossgelegten Mesenterium des Frosches die auf der Oberfläche desselben sich abspielenden Vorgänge, so sieht man, dass die Zellen des serösen Epithels mannigfache Veränderungen eingehen. Da dieselben am deutlichsten und leichtesten an Querschnittsbildern zu verfolgen sind, so nehmen wir zunächst eine Falte des Mesenterium ins Auge, die mit oder ohne Absicht leicht zu erhalten ist.

Während die Zellen des serösen Epithels im normalen lebenden Zustande so platte Gebilde vorstellen, dass sie auf dem Querschnitt nur als lineare Begrenzung des Gewebes erscheinen und kaum als besondere Gebilde wahrzunehmen sind, sieht man bald nach der Blosslegung des Mesenterium Anschwellungen des serösen Epithels auftreten, die wir ihrer Verschiedenheit wegen in zwei Gruppen sondern müssen, in trübe und homogene.

Die trüben Schwellungen erscheinen bald nach der Blosslegung des Mesenterium zunächst als lange, spindelförmige Figuren, deren eine Begrenzung, die vom Gewebe des Mesenterium gebildete,

Fig. 1.



geradlinig verläuft, während die freie Grenze eine flache Curve beschreibt (Fig. 1a). Geht man einer solchen Falte entlang, so sieht man häufig diese schmalen Spindelfiguren hinter einander aufgereiht. Behält man eine derartige Spindelfigur längere Zeit im Auge, so sieht man, wie die Mitte derselben immer mehr und mehr anschwillt (Fig. 1b), immer mehr selbstständige Form erhält (Fig. 1c) und sich schliesslich durch das Auftreten einer Trennungslinie abschnürt (Fig. 1d). Oder der Schwellungsvorgang concentrirt sich nicht auf die Mitte der Spindelfigur, sondern vertheilt sich auf zwei bis drei Punkte derselben, sodass wir an Stelle einer zwei bis drei halbkugelige Schwellungen nach Art der Fig. 1b erhalten. Oder aber es treten, nachdem sich die Mitte der schmalen Spindelfigur zu einer halbkugeligen Schwellung ausgebildet hat, noch eine oder zwei Schwellungen dicht daneben auf, und während wir vorher die mehrfachen Schwellungen in einem Zeitraum gleichzeitig entstehen sahen, sehen wir hier die einzelnen Schwellungen nacheinander entstehen. So findet man denn, nachdem das Mesenterium längere Zeit blossgelegen hat, einzelne Strecken desselben besetzt mit dicht aneinander stehenden halbkugeligen Körpern, die, wenn sie eben so dicht neben einander stehen, häufig eine gewisse Gleichmässigkeit im Aussehen und Constanz in der Grösse zeigen. Verglichen mit dem Durchmesser der durch Silber sichtbar zu machenden Endothelzellen, kommen etwa zwei bis drei dieser Schwellungen auf den Durchmesser einer solchen. Wir haben es hier also mit einer multiplen Schwellung der Endothelzellen zu thun, und ist das Auftreten derselben innerhalb einer Endothelzelle, wie wir oben gesehen haben, entweder ein gleichzeitiges oder nacheinander folgendes.

Jede dieser halbkugeligen Schwellungen nun kann zur Abschnürung führen und die in Fig. 1c und d gezeichneten Stadien durchmachen. Die abgeschnürten Körper bleiben entweder als runde selbstständige Gebilde neben dem Ort ihrer Entstehung liegen und können dann eventuell durch einen leichten Stoss gegen das Deckglas fortgeschoben werden, oder sie verändern ihren Ort unter Erscheinung amöboider Bewegungen; in Form, Grösse und Lebens-

erscheinungen zeigen sie alle charakteristischen Merkmale der sogenannten Eiterkörperchen.

Die Zeit, innerhalb deren sich die beschriebenen Vorgänge vom Beginn der Schwellung bis zur Loslösung selbstständiger Körper abspielen, ist sehr verschieden. Hat man es mit frisch gefangenen lebenskräftigen Fröschen und mit einer in Bezug auf ihre Ernährung günstig gelagerten Stelle des Mesenterium zu thun, sodass also der ganze Prozess ein lebhafter ist, so genügen zuweilen vier bis fünf Stunden. Unter andern Umständen und in den häufigeren Fällen sind mehr erforderlich.

Um die trüben Schwellungen von der Fläche her zu sehen, suche man sich an einem schon länger liegenden Mesenterium, an welchem die multiple Schwellung sich bereits geltend gemacht hat, eine Vertiefung auf und versuche es, indem man von dem Rande der Vertiefung ausgeht, den Uebergang von Querschnittsbildern zu den Flächenbildern zu erhalten. Man sieht dann häufig die dicht nebeneinander liegenden Schwellungen aus der Tiefe hervorragen und kann sich, wenn man das Faltenbild im Auge behält, wohl darüber orientiren, womit man es zu thun hat.

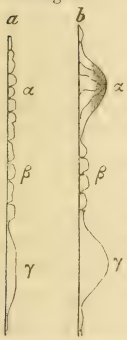
Unterbricht man auf irgend eine Weise die Circulation und wartet das Sichtbarwerden der Kerne ab, so sieht man in jeder dieser Schwellungen einen unregelmässigen und eigenthümlichen Kern auftreten. Die Endothelzellen haben also ihre Individualität, soweit sie von der Existenz eines Kernes mit regelmässiger charakteristischer Form und Grösse abhängt, verloren, da wir an Stelle dieses einen regelmässigen, scharfcontourirten rundovalen Kernes so viele unregelmässige eigenthümliche Kerne finden, als die Endothelzelle Schwellungen hat. Dagegen scheinen sich allerdings die durch Silber sichtbar zu machenden Grenzlinien der Endothelzellen, wenn auch verändert, zu erhalten, und müssen wir daraus schliessen, dass die multiple Schwellung nicht durch einen Theilungsprocess innerhalb der Endothelzelle entsteht, sondern nur einen auf verschiedene Punkte vertheilten Process einer und derselben Zelle darstellt, und dass die Endothelzellen trotz der multiplen Schwellung und trotzdem, dass in jeder einzelnen Schwellung post mortem ein eigenthümlicher Kern sichtbar wird, dennoch ihre Individualität bewahrt haben.

Wir kommen jetzt zu jener zweiten homogenen Art der Schwellungen, die wir im Anfange erwähnt haben. Dieselbe

tritt mit der trüben gleichzeitig auf und ist in ihrem Auftreten ebenso constant wie diese. Sie zeigt dagegen ein wesentlich anderes Aussehen als die trübe Schwellung, sowohl was ihr erstes Auftreten betrifft, als auch in ihrer weitern Entwickelung; nur die zur Loslösung selbstständiger Körper führenden Endstadien, welche sich auch hier abspielen, stimmen mit denen der trüben Schwellungen überein.

Im ersten Stadium der homogenen Schwellungen erscheinen, bald nach der Blosslegung des Mesenterium sichtbar, am freien Rande der Mesenteriumfalten niedrige Bläschen, die entweder klein und dicht aneinandergelagert sind, oder eine längere niedrige Form haben (Fig. 2 a. α β u. γ). Der Inhalt dieser Bläschen ist durchaus homogen und zeichnet sich meist durch einen leicht röthlichen Farbenton aus. Ihre äusserste Begrenzungsschicht ist ebenfalls homogen, dabei aber stärker lichtbrechend und von bläulichem Ton. In ihrer Erscheinung ist diese Begrenzungsschicht sehr wechselvoll. Zuweilen ist sie kaum sichtbar, und dann sind auch die Bläschen ihres matthomogenen Inhalts wegen schwer zu sehen; häufig jedoch hat sie einen mehr weniger intensiven bläulich-weissen Glanz, der dann das Aufsuchen der Bläschen erleichtert.

Fig. 2.



Die Grösse der beschriebenen Bläschen ist eine sehr verschiedene. Von den kleinen kommen auf den Durchmesser einer Endothelzelle eine ganze Anzahl; auch die grösseren Formen sind meist bedeutend kleiner als eine Endothelzelle; nur in seltenen Fällen wird die Grösse einer solchen erreicht. Wir haben in den homogenen Schwellungen demnach ein noch exquisiteres Beispiel für multiple Schwellung der Endothelzellen als in den trüben.

Die weitere Entwickelung dieser homogenen Schwellungen ist entweder die, dass eine Anzahl kleiner Bläschen sich zusammen zur Bildung einer halbkugelförmigen Schwellung erheben (Fig. 2 a α und b α); die ehemaligen kurzen zum Mesenteriumrande gehenden Linien wachsen dann aus, um sich in dem freien Pole der halbkugeligen Schwellung zu vereinigen. An diesem Pole tritt dann häufig eine Ansammlung trüben Protoplasmas auf. Oder aber ein ausgedehnteres Bläschen schwillt halbkugelig empor (Fig. 2 a γ und b γ); und während im ersten Falle die bläulich glänzende

Substanz nicht nur die äusserste Schicht der Schwellung bildet, sondern auch in Form schmaler Scheidewände durch den halbkugeligen Körper zieht, haben wir im zweiten Falle nur die Randschicht stärker lichtbrechend und bläulich. In beiden Fällen jedoch ist die weitere Entwickelung dieselbe; in beiden Fällen tritt allmählige Trübung des homogenen Inhalts ein, und die Scheidung zwischen der matthomogenen und stärker lichtbrechenden Substanz schwindet. Nachdem die Trübung erreicht ist, können dieselben Veränderungen eintreten, welche bei den Endstadien der trüben Schwellung beschrieben sind, also auch hier Abschnürung und Loslösung selbstständiger Körper mit den Merkmalen der sogenannten Eiterkörperchen.

Wie oben erwähnt, sind diese Faltenbilder der homogenen Schwellungen bald nach der Blosslegung des Mesenterium zu beobachten; sie finden sich aber auch in späterer Zeit an solchen Stellen, die erst später in den Gesammtprocess hineingezogen werden.

Eigenthümlich interessante Bilder liefern die homogenen Schwellungen von der Fläche her. Auch diese Flächenbilder sind am besten bald nach der Blosslegung des Mesenterium zu beobachten, bevor noch erhebliche Zellenanhäufungen stattgefunden haben, doch finden sie sich ebenfalls an geeigneten Stellen auch in späterer Zeit. Die Eigenthümlichkeit dieser Bilder ist eine so abgeschlossene, dass es nichts am und im Mesenterium giebt, womit sie auch nur annähernd verglichen oder verwechselt werden könnten. Da, wo sie sich finden, bedecken sie meist grössere Strecken des Mesenterium. Sie setzen sich zusammen aus in Grösse und Gestaltung sehr verschiedenartigen Formen. Theils sind es kleine und grössere rundliche Formen, theils unregelmässig gestreckte, die neben einander liegen und in ihrer Gestaltung sich gegenseitig ergänzen. Auch hier erscheint der Inhalt, wie wir es schon bei den Faltenbildern erwähnt haben, durchaus homogen und von röthlichem Farbenton, die Zwischenräume dagegen heller. Im Gegensatz zu den Farbenbildern aber sind diese Formen von der Fläche her viel zarter; sie erreichen zuweilen eine solche Zartheit, dass ihr Sichtbarsein fast nur durch die Differenz des Farbentons zwischen den Schwellungen und ihren Zwischenräumen bedingt ist. In solchem Falle führt nur die genaueste Einstellung guter Objektive auf die Oberfläche, das Absuchen des ganzen Mesenterium,

günstige Beleuchtung und scharfes Zusehen zum Ziel, d. h. zum Auffinden derselben. Hat man sie allerdings erst einmal gesehen und sich in ihrem Aufsuchen geübt, so findet man sie auch constant wieder. Ich habe wenigstens diese homogenen Flächenbilder, nachdem ich sie einmal gesehen hatte, an jedem daraufhin untersuchten Froschmesenterium gefunden, und meine Beobachtungen über diese Vorgänge datiren seit Jahr und Tag. Etwas leichter wird das Aufsuchen, wenn, wie bereits an den Faltenbildern erwähnt ist, die Randschicht der Bläschen eine intensivere Lichtbrechung hat und damit höheren Glanz erhält. Man hat dann auch von der Fläche her mehr lineare Begrenzungen der Formen, die das Auffinden derselben etwas leichter machen, wenn man sich daran gewöhnt hat, oberhalb des Mesenteriumgewebes zu beobachten. Fig. 3 soll die ungefähren Formen dieser Flächenbilder andeuten.

Fig. 3.

Als excessive Form jener homogenen Schwellungen sieht man zuweilen auf der Oberfläche des Mesenterium vereinzelte Blasen auftreten, die sich durch ihre Grösse auszeichnen und in denen jene stärker lichtbrechende Substanz als zierliches Netzwerk vertheilt ist. Diese stärker lichtbrechende Substanz hat hier häufig einen solchen Glanz, dass dadurch jene grossen vereinzelten Blasen dem Auge sofort auffallen.

Beobachtet man nun jene gewöhnlichen homogenen Flächenbilder längere Zeit, so kann man zuweilen sehen, wie die Schwellungsformen langsam ihre Gestalt ändern, sich mit einander verbinden und wieder trennen. Häufig verschwinden sie dem Auge während der Beobachtung vollständig, um wieder aufzutauchen und wieder zu verschwinden. Sind die Umstände günstig, so sieht man nach einem solchen Verschwinden mit einem Male eine Anzahl getrübter amöboider Formen auftreten, die wie Pilze aus dem Boden in Erscheinung treten und häufig unter energischen Bewegungen und Formveränderungen sich entfernen. Eine exakte Verfolgung dieser Vorgänge ist an diesen Flächenbildern nicht möglich, doch lehren die beschriebenen Beobachtungen an den Mesenteriumfalten, welcher Art die Vorgänge sind, die sich hier abspielen.

Ausser den reinen Formen der trüben und homogenen Schwel-

lung kommen noch solche vor, die eine Zwischenstufe beider darstellen. Es finden sich nicht selten an den Falten des Mesenterium Schwellungen, welche bei sonst trübem Inhalt grössere und kleinere Vacuolen enthalten. Eine Art der Entstehung dieser Zwischenstufen haben wir bereits in dem Trübwerden der homogenen Schwellungen kennen gelernt. Ob nun auch in den von vornherein trüben Schwellungen Vacuolen in ausgedehnterem Maasse entstehen, und ob gar dadurch eine trübe Schwellung sich ganz in eine homogene verwandeln kann, habe ich nicht beobachtet.

Aus allen den Beobachtungen nun, welche oben beschrieben worden sind, glaube ich den Schluss folgern zu dürfen, dass für die an der Oberfläche des blossgelegten Froschmesenterium sich ansammelnden sogenannten Eiterkörperchen eine sichere Quelle in den Zellen des serösen Epithels gegeben ist.

Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystems der Wirbelthiere.

Von

Dr. **A. Goette,**

Professor in Strassburg.

II. Die Wirbelsäule und ihre Anhänge.

(Fortsetzung von S. 541 des XV. Bandes.)

5. Die Teleostier.

(Hierzu Taf. VII. VIII. IX.)

Ueber die Zusammensetzung der Wirbelkörper der Teleostier sind bisher sehr verschiedene Ansichten vorgebracht worden. Joh. Müller, der unter den älteren Anatomen die umfassendste Untersuchung und Darstellung über diesen Gegenstand lieferte, verband gewissermassen die Angaben Rathke's und v. Baer's, von denen

Ersterer den Wirbelkörper nur aus der fibrösen Chordascheide (N. 20 S. 21. 22. 41), der Andere aus den die Wirbelsaite umwachsenden Basen der oberen und unteren Wirbelbögen hervorgehen liess (N. 2 S. 19. 23. 36). Joh. Müller unterschied nämlich am Telostierwirbel einen centralen Theil, die Wirbelsaite mit ihrer fibrösen, verknöchernden Scheide, und eine kortikale Anlage, eben die vier Wirbelelemente v. Baer's, aus welchen zugleich die oberen und die rippentragenden unteren Bögen (untere Querfortsätze) hervorwüchsen. Diese zweierlei Bestandtheile des Teleostierwirbels bleiben bei Xiphias sogar zeitlebens durch eine Spalte geschieden (N. 17, III, S. 69. 70. 72. 73). — Vogt beschreibt als Anlage des Wirbelkörpers eine faserige Chordascheide, an deren Innenseite vertebral ein knöcherner Ring entstände, während sie selbst, nachdem aussen eine Knorpelschicht entstanden, mit dieser zu einer Knorpelmasse verschmilzt. Die Intervertebralligamente seien die Reste der ursprünglichen Chordascheide (N. 23 S. 106—109). — Aug. Müller lässt den primitiven, von den Wirbelbögen gesonderten Wirbelkörperring ebenfalls „durch Ossifikation der eigenen Haut der Wirbelsaite" entstehen und durch äussere Knochenauflagerung wachsen; beim Hecht würden dabei die knorpeligen Wirbelbogenbasen, welche dem primitiven Wirbelkörperring aufsassen, in jenen wachsenden Knochen eingeschlossen, bei den Cyprinen hingen die Wirbelkörper und die ganz knöchernen Bögen kontinuirlich zusammen (N. 18 S. 260—266).

War bis dahin nur von einer nicht näher bezeichneten Chordascheide die Rede, so unterschied Kölliker nunmehr drei gesonderte Schichten derselben, die dünne Elastica externa und interna und zwischen ihnen die zellenlose Faserschicht der Scheide, welche letztere durch Verkalkung den ersten Knochenring um die chordalen Gallertkörper bilden sollte. Dieser von unten aufwachsende primitive Knochenring des Wirbelkörpers, welcher sowohl Zellen wie überhaupt jede Struktur entbehre, breite sich entweder nicht weiter aus, sodass die ihm aussen aufgelagerten verknöchernden Bindegewebsschichten weit über ihn hinausreichen und er in der Mitte des fertigen Wirbels zurückbleibt (Aal); oder er wächst bis an die Grenze des Wirbelkörpers aus und wird doppelkegelförmig. Die unverknöcherten intervertebralen Ringe derselben chordalen Faserschicht, welche also die primitiven Knochenkegel verbinden und deren Wachsthum unterhalten, verdicken sich einwärts gegen

die Chorda zu vorspringenden Wülsten; die Elastica externa bleibt namentlich auf der Aussenseite dieser Wülste kenntlich. Während sich so der definitive knöcherne Wirbelkörper bildet, wird der chordale Gallertkörper vertebral zusammengeschnürt, intervertebral und innerhalb der Wirbelfacetten erweitert und zum Theil aufgelöst, sodass nur vertebrale Längsstränge und intervertebrale quere Scheidewände von ihm übrig bleiben (N. 13 S. 21, N. 14 S. 76—82). — Gegenbaur beschreibt an der Chorda der Teleostier eine von radiären Poren durchsetzte, von einer äusseren elastischen Lamelle bedeckte Kutikularscheide, welche nicht verknöchert und der die Bogenbasen unmittelbar aufsitzen, während der primitive knöcherne Doppelkegel zwischen den letzteren aus Bindegewebe hervorgeht (N. 6 S. 59, N. 7 S. 377. 393). Wilh. Müller kennt nur eine einfache Chordascheide (N. 19 S. 349). Lotz leitet ebenso wie Gegenbaur, den primitiven Wirbelkörper von dem perichordalen Bindegewebe ab (N. 15 S. 97); Cartier dagegen verlegt ihn in die Elastica externa Kölliker's (N. 3 S. 70—72). Ausserdem geben Lotz und Cartier übereinstimmend an, dass die Chorda im Beginn der Wirbelkörperbildung nicht vertebral, sondern intervertebral eingeschnürt sei, was sich erst allmählich ins Gegentheil verwandle (a. a. O.).

Ehe ich meine eigenen Untersuchungen über die Wirbelkörperbildung der Teleostier mittheile, sei hier noch einmal auf die Entwickelung der Wirbelsaite dieser Thiere hingewiesen. Ich habe den bezüglichen Vorgang zuerst im Anschluss an die gleichartige Chordabildung der Amphibien und darauf wiederholt in der Bildungsgeschichte der Ganoiden- und Plagiostomenwirbel beschrieben (N. 10 S. 415, N. 11 S. 443, 462), sodass ich mich hier darauf beschränken kann, die beigefügte Abbildung (Fig. 12) kurz zu erläutern. In den geldrollenähnlich zusammengeschobenen Bildungszellen der Chorda wird durch die Vakuolenbildung das Protoplasma bis auf die peripherischen Schichten aufgelöst, welche im Innern des Organs, wo sie sich berühren, zu den einfachen Scheidewänden, an der Peripherie der ganzen Wirbelsaite aber zu der protoplasmatischen Rindenschicht verschmelzen; die Kerne der Bildungszellen, welche durch die Vakuolen in die peripherischen Protoplasmareste verschoben werden, befinden sich später zum kleineren Theil in den Scheidewänden, vorherrschend aber in der Rindenschicht. Die letztere besteht also, auch abgesehen von der Ver-

schmelzung ihrer Theile, zunächst nicht aus ganzen Zellen, sondern nur aus den die Oberfläche der embryonalen Wirbelsaite zusammensetzenden Aussentheilen der Bildungszellen, welche nur in der Mehrzahl, nicht durchweg, die zugehörigen Kerne einschliessen und kontinuirlich in die Scheidewände des Gallertkörpers sich fortsetzen. Wirkliche Zellen können daher in der Rinde der embryonalen Wirkelsaite erst sekundär, durch Sonderung des Protoplasmas um die einzelnen Kerne entstehen. Doch habe ich solche zu keiner Zeit unzweifelhaft erkennen können und die regelmässige „Epithellage der Chorda", welche Gegenbaur in derselben Mächtigkeit wie die Chordascheide zeichnet (N. 7 Fig. 16), durchweg vermisst. Es widerspricht dies durchaus nicht meinen Beobachtungen an der Wirbelsaite der übrigen Fische; denn wenn sich dort die Zellenbildung der protoplasmatischen Rindenschicht im geraden Verhältniss zur Entwickelung der Kutikularscheide und zum aktiven lebenskräftigen Wachsthum des Gallertkörpers zeigt, indem sie offenbar Beides unterhält, so ist eine solche Zellenbildung in irgend bedeutenderem Grade bei den Teleostiern nicht zu erwarten. Die Kutikularscheide ihrer Wirbelsaite steht in ihrer Mächtigkeit ohngefähr derjenigen der Plagiostomen gleich; viel früher dagegen als bei allen anderen Fischen hört das Wachsthum ihres Gallertkörpers auf und beginnt die Atrophie desselben. Cartier behauptet freilich, dass das intervertebrale Wachsthum der Teleostierchorda die Doppelkegelform des perichordalen Knochenrings hervorrufe; ich habe aber an jungen Hechten, wo diese Doppelkegelform eben angedeutet war, bereits eine sehr deutliche Atrophie der ganzen Chorda gesehen (Fig. 3), indem ihr Gallertkörper bis auf die intervertebralen Abschnitte sich von der Kutikularscheide abgelöst hatte und bedeutend zusammengeschrumpft war, sodass jener intervertebrale Zusammenhang mit der Scheide nicht auf ein Wachsthum bezogen werden kann. Und dass jene Schrumpfung eine natürliche ist, erkennt man leicht beim Vergleich mit den ausgebildeten Wirbeln (Fig. 7), indem die intervertebralen Scheidewände und vertebralen Stränge des Gallertkörpers nur etwas weiter fortgeschrittene Zustände jener ersten Schrumpfung darstellen[1]).

1) Es folgt aus dem Gesagten, dass die Lücken in dem von dem Gallertkörper ursprünglich eingenommenen Raume nicht durch eine lokale Auflösung desselben entstehen, wie es Kölliker annahm (N. 13 S. 18).

Solche atrophirende Gallertkörper können aber offenbar weder die Form des wachsenden perichordalen Knochenrings beeinflussen, noch die Intervertebralligamente stützen. Und mit dieser frühzeitigen Atrophie des Gallertkörpers geht eben der erwähnte Stillstand in der Entwickelung seiner Rindenschicht Hand in Hand.

Hinsichtlich des Gewebes der Chordascheide der Teleostier und ihrer Betheiligung an der Bildung der Wirbelkörper gehen die Angaben der Beobachter völlig auseinander. Ich will hier zunächst von denjenigen absehen, welche entweder aus Mangel an einer näheren Beschreibung die Bildung und Bedeutung der Chordascheide gar nicht erkennen lassen (Joh. und Aug. Müller) oder wie die Beschreibung Vogt's, auf einer ganz offenbaren Verwechselung der Scheide mit dem perichordalen Gewebe beruhen. Die übrigen Beobachter stimmen nur darin überein, dass die gesammte Chordascheide der Teleostier eine nicht zellige, kutikulare Bildung sei und eine zweite zellige (äussere) Chordascheide wie diejenige der Plagiostomen den Knochenfischen fehle. Dies kann ich aber nicht bestätigen. Allerdings besteht auch bei den letzteren eine kutikulare Chordascheide, welche Gegenbaur, Lotz und W. Müller als einzige besondere Umhüllung der Chorda fanden und welche Kölliker als die faserige Hauptschicht seiner Chordascheide beschreibt. Es lässt sich leicht verfolgen, wie sie aus einer dünnen durchsichtigen Cuticula der embryonalen Chorda allmählich bis zu ihrer späteren Mächtigkeit anwächst und namentlich intervertebral, wo sie zu den nach innen wulstig vorragenden Ringen (Ligamentum intervertebrale internum Kölliker) anschwillt, eine deutliche radiäre Streifung erhält (Fig. 1. 2. 3. 7. 12). Die Elastica interna, welche sie später innen begrenzen soll (Kölliker N. 14 S. 97), habe ich niemals gesehen; aussen wird aber die kutikulare Chordascheide allerdings von einer dünnen Haut überzogen, welche jedoch, wie ich bei ganz jungen Lachsen und Forellen sowie Hechten sah, nicht eine homogene Elastica, sondern aus Zellen zusammengesetzt und folglich eine echte äussere Chordascheide in dem Sinne wie bei den Plagiostomen ist (Fig. 13). Ihre Zellen wurden bisher wohl desshalb übersehen, weil sie ausserordentlich abgeplattet und zart, auf Querdurchschnitten nicht zur Anschauung kommen; erst wenn man die betreffende dünne Haut in grösseren Stücken isolirt und gefärbt hat, erkennt man ihren zelligen Bau, indem darin wenigstens die in

Folge der Abplattung breiten Kerne sich scharf abheben, während die Grenzen der Zellenleiber gegen die gefaserte Grundsubstanz meist verschwimmen.

Die volle Sicherheit dafür, dass diese Elemente wirklich in der dünnen Haut liegen, welche man an Querdurchschnitten nach aussen von der Kutikularscheide unschwer erkennt (Fig. 1. 2. 4), gewinnt man aber erst im Beginn der Verknöcherung, welche den primitiven vertebralen Knochenring herstellt. Dieser entsteht zuerst im Bereiche der unteren Bogenbasen und wächst darauf von beiden Seiten her oben zusammen. Ferner lehren Querdurchschnitte, dass er unzweifelhaft nicht in der Kutikularscheide (Kölliker), sondern unmittelbar auf derselben und zwar in jener dünnen Membran angelegt wird. Dies hat also Cartier richtig gesehen, und nur in der Deutung dieser Membran als einer homogenen Elastica geirrt. Denn es lässt sich an Flächenansichten nachweisen, dass die ersten zackigen Knochensplitter genau in den Zwischenräumen der beschriebenen Zellen und daher den Umrissen derselben sich anpassend auftreten (Fig. 13), um allmählich zu grösseren Massen zu verschmelzen. Es ist dieser Vorgang insofern von besonderem Interesse, als die direkte Verknöcherung in dieser Weise gewöhnlich nicht erfolgt, sondern nur die Knorpelverkalkung, sodass die äussere Chordascheide der Teleostier, welche schon durch ihre relativ feste, nach aussen scharf gesonderte Grundsubstanz mehr an Knorpel als an Bindegewebe erinnert, durch ihre Verknöcherung sich dem Knorpel noch mehr nähert. Nimmt man noch dazu, dass die Textur derselben Scheide durchaus derjenigen entspricht, welche die gleiche Scheide der Plagiostomen und Amphibien vor ihrer vollständigen Verknorpelung kennzeichnet (vgl. 11 S. 471. 472), so dürfen wir annehmen, dass die erstere ebenso wie etwa die vertebrale Mittelzone der Dornhaie durch die früh eintretende Verkalkung an der vollständigen Umwandlung in Knorpel verhindert wird. Auf diese Weise verstehen wir, wie aus einer ursprünglich knorpelig angelegten Chordascheide in der phyletischen Entwickelung eine direkt verknöchernde hervorgeht, und wie die Homologie solcher Skelettheile durch die wechselnde Textur nicht beeinträchtigt wird. Auch wiederholen in dieser Beziehung Anuren und Urodelen dieselbe Differenz, welche Plagiostomen und Teleostier uns darbieten (vgl. N. 10 S. 395—397. 412).

Die aus der äusseren Chordascheide entstandenen vertebralen

Knochenringe verbreitern sich sehr rasch bis zu den intervertebralen Abschnitten, wo ihre Ränder in einen ligamentösen Ring übergehen (Fig. 3. 7), welcher bei den Teleostiern wie es scheint immer dünn bleibt, aber nichtsdestoweniger den dicken und zum Theil knorpeligen Intervertebralringen der Plagiostomen und Ganoiden homolog ist (vergl. No. 11 S. 479. 490). Bei der genannten Ausbreitung des Knochenrings erscheinen seine Ränder verdickt und ausgebogen, sodass dadurch bereits die spätere Gestalt des inneren knöchernen Doppelkegels vorgebildet ist, dessen Wand von der engen und dünneren Mitte sich gegen die Enden trichterförmig erweitert und in gleichem Masse verdickt. Köllik er hält diesen Doppelkegel für eine Bildung des Bindegewebes, weil er die erste Knochenanlage in die Kutikularscheide verlegt; wenn man aber den Zusammenhang dieser Anlage mit dem Intervertebralringe im Auge behält, so kann ihre Umwandlung in den fertigen Doppelkegel, dessen Ränder ebenfalls in jene Ligamente übergehen, nicht zweifelhaft sein. Auch stehe ich nicht an, alles das, was ich über die Entstehung und das Wachsthum des Doppelkegels bei den Plagiostomen angegeben (No. 11 S. 484—488), auch für die Teleostier anzunehmen. Die von Lotz und Cartier bemerkten intervertebralen Verengerungen der Wirbelsaite vor der Anlage des Doppelkegels habe ich so unbedeutend und vergänglich gefunden (Fig. 15), dass ich sie für ganz untergeordnete Erscheinungen halten muss. Hingegen ist die Abplattung der äusseren Chordascheide durch die ihr aufsitzenden Wirbelbogenbasen so deutlich (Fig. 1. 2), dass die früher gegebene Erklärung der Doppelkegelform — als Folge der durch die Wirbelbogenbasen bedingten vertebralen Beschränkung des Wachsthums der Chorda und ihrer Scheiden — auch für die Teleostier zulässig erscheint.

Die bisher besprochenen Wirbelkörperanlagen der Teleostier entsprechen im wesentlichen denjenigen, welche ich bei den Plagiostomen als die primären Wirbelkörper unterschied (No. 11 S. 483). Der sekundäre Wirbelkörper der Knochenfische wird aber nicht so wie bei den Haien und Rochen dadurch hergestellt, dass die anliegenden Bogenbasen den primären Wirbelkörper umwachsen; die letzteren breiten sich über den ursprünglichen Bereich nicht weiter aus, wogegen das Bindegewebe, welches den Raum zwischen denselben und in der äusseren Konkavität des Doppelkegels ausfüllt, durch verschiedene Gewebsveränderungen

sich dem primären Wirbelkörper anschliesst und dabei auch die Bogenbasen in den dadurch entstehenden sekundären Wirbelkörper einschliesst (Fig. 4. 8. 11. 25)[1]. Es besteht also der letztere 1. aus dem primären Wirbelkörper, 2. den Bogenbasen, 3. dem dazwischenliegenden Bindegewebe. Von den Bogenbasen ist es bekannt, dass sie entweder im knorpeligen Zustande sich innerhalb des Wirbelkörpers ganz oder theilweise erhalten, oder durch frühzeitige Verknöcherung mit dem primären Doppelkegel verschmelzen und dann im fertigen Wirbel schwer zu unterscheiden sind. Von dem Bindegewebe nahm man bisher an, dass es zwischen den Bogenbasen in festen koncentrischen Schichten oder in radiären Lamellen mit zwischenliegenden Fettmassen verknöchere. Es gibt aber noch andere Umbildungen desselben, sodass die Mannigfaltigkeit in der Bildung der Wirbelkörper der Teleostier nicht unerheblich ist, wie sich aus der folgenden Beschreibung ergeben wird.

I. Die einfachste Bildung besteht darin, dass der primäre knöcherne Wirbelkörper durch periostale Knochenablagerungen koncentrisch gleichmässig wächst. Zugleich verknöchern die darin eingeschlossenen Bogenbasen und verschmelzen mit dem knöchernen Doppelkegel zu einer Masse, sodass nur bisweilen unbedeutende Knorpelzellenmassen, sei es bleibend oder wahrscheinlicher bloss vorübergehend die Stellen der ursprünglichen Bogenbasen bezeichnen. Ich fand dies bei jungen Hemirhamphus und Trachinus, dagegen bei jungen Leuciscus alburnus und erwachsenen Lepadogaster rein knöcherne und solide Wirbel, wie es von den Cyprinoiden überhaupt schon längst bekannt ist.

II. Alle übrigen von mir untersuchten Teleostier zeigen die sekundäre Knochenbildung am Wirbelkörper in Form von radiären, zum Theil durch koncentrische Lamellen verbundenen Leisten, welche vom primären knöchernen Doppelkegel aus den Raum zwischen den Bogenbasen einerseits und den beiden Kegelflächen anderseits durchziehen. Das Gewebe zwischen diesen Knochenleisten ist aber sehr verschieden, immer jedoch zwischen den äusseren Rändern

---

1) Am Schwanzende gewisser Teleostier kömmt allerdings eine vollständige Umwachsung des primären Wirbelkörpers durch die knorpeligen Bogenbasen vor (Kölliker); diese Ausnahmen stehen aber im engen Zusammenhang mit den ganz besonderen Verhältnissen der letzten Schwanzflossenwirbeln, welche ich hier nicht weiter berücksichtigt habe.

der Leisten deutlich vom umgebenden Bindegewebe gesondert. — Zuerst nenne ich hier Esox lucius, dessen Wirbelkörperbildung allbekannt ist. An c. 7 cm langen Hechtchen sah ich erst ganz niedrige Knochenleisten die Bogenbasen und die Aorta jederseits einfassen (Fig. 4); dazwischen finden sich nur wenige andere Leisten. Die noch sehr flachen Zwischenräume zwischen denselben sind von einer hellen, zarten Bindesubstanz ohne deutlich wahrnehmbare Zellen eingenommen. An grösseren Hechten hat die Zahl der radiären Knochenleisten und ihre Höhe bedeutend zugenommen, sodass die knorpelig bleibenden Bogenbasen völlig zwischen sie eingeschlossen sind und im Querdurchschnitt das bekannte Knorpelkreuz bilden (Fg. 7. 8). Die Aorta liegt ebenfalls, wie es gleich anfangs angedeutet war, in einer Einbuchtung der Knochensubstanz. Während ihres Wachsthums werden aber die Knochenleisten durch quere, koncentrische Lamellen verbunden und ferner hier und dort durchbrochen; da beides unregelmässig erfolgt, so entsteht daraus eine mehr schwammige Knochenmasse, deren ursprüngliche radiär-lamellöse Struktur nur stellenweise deutlich hervortritt. Die Höhlen erscheinen alsdann mit einer Fettmasse erfüllt, welche so sehr dem aus dem zerstörten Knorpel der oberen Bogen hervorgegangenen Mark gleicht, dass sie wohl ebenfalls als Knochenmark bezeichnet werden kann. — Anguilla vulgaris soll nach Kölliker (No. 14 S. 81) eine durchaus andere Zusammensetzung des Wirbelkörpers zeigen, indem die dünne primäre Knochenröhre (Verknöcherung der Kutikularscheide) auf die Wirbelmitte beschränkt bleibt und zwischen ihre weiche Fortsetzung und den äusseren, sekundären Knochen eine echte Bindegewebslage (inneres Wirbelperiost) sich einschiebt. Ich habe aber an ohngefähr spannenlangen Aalen nichts davon, sondern im wesentlichen eine Uebereinstimmung mit dem Wirbelbau von Esox gefunden. Allerdings scheint mir die Mitte der Kutikularscheide verkalkt, daher ist aber nicht dieses Stück, sondern nur der nach aussen davon liegende knöcherne Doppelkegel mit demjenigen des Hechts zu vergleichen, wie er denn ebenfalls durch ein scharf gesondertes Intervertebralligament mit den angrenzenden Doppelkegeln zusammenhängt. Die nicht verkalkten vertebralen Randtheile und die mässig verdickten Intervertebralabschnitte der Kutikularscheide sind aber unmittelbar jenen primären Doppelkegeln und den sie verbindenden Ligamenten angeschlossen, sodass es unbegreiflich

wäre, wie bei etwas älteren Aalen von aussen Bindegewebe zwischen jene beiden Schichten hineingelangte und so das innere Wirbelperiost Köllikers bildete. Da Kölliker ferner im Bereich des letzteren die Kutikalarscheide, trotz der bedeutenden Vergrösserung des Bildes, überhaupt nicht gezeichnet hat, so glaube ich bestimmt, dass das angeblich vom äusseren Bindegewebe abstammende „innere Wirbelperiost" nichts weiter ist als jener dickere vertebrale Randtheil der Kutikularscheide. Die Wirbelkörper des Aals schliessen sich nun auch im übrigen an diejenigen des Hechtes an. Wenigstens fand ich an meinem jungen Aal noch kegelförmige Knorpelreste der in den Wirbelkörper eingeschlossenen Bogenbasen und in der Wirbelmitte einige unregelmässig vertheilte, nach aussen offene Markräume, sowie seitliche, radiär vorstehende Knochenleisten (Fig. 23), aus denen die „mittleren Querfortsätze" Joh. Müller's hervorgehen.

III. Eine dritte Gruppe bilden Cyclopterus lumpus und Chironectes sp., von denen ich allerdings ganz junge, aber scheinbar mit vollständig entwickelten Wirbeln versehene Exemplare untersuchte. Von Cyclopterus sagt schon Stannius (N. 22 S. 23), dass seine Wirbelkörper aus dünnen Knochenlamellen mit weicher Masse in den Zwischenräumen gebildet wären. Ich finde an diesem Fisch unter den radiären Leisten vier schräge, welche regelmässig in die freien Bogentheile auslaufen und um so gewisser auf die ursprünglichen Bogenbasen zu beziehen sind, als sie gelegentlich getrennte Knorpelreste einschliessen. Zwischen den Leisten liegt eine Bindesubstanz mit kleinen runden Zellen und einer knorpelartig festen hellen Grundsubstanz. — Bei Chironectes (Fig. 25) fehlten die Knorpelreste der Bogenbasen, dagegen waren die Zellen der knorpelartigen Bindesubstanz viel deutlicher. Dass nun diese Substanz in der That einen Uebergang zur Knorpelbildung darstellt, ersehe ich aus der Wirbelbildung der folgenden Gruppe.

IV. Einige ebenfalls junge Exemplare von Monacanthus penicilligerus besassen das vollkommenste Gerüst von zarten radiären und sie verbindenden koncentrischen Knochenlamellen, zwischen denen überall ein sehr schöner klarer Hyalinknorpel lag (Fig. 9—11). Die Wirbelbogenbasen waren in dieser Masse meist ganz spurlos aufgegangen; nur ganz vorn hatten sie sich wenigstens oben ganz so deutlich wie bei Esox erhalten. Ganz ähnlich ver-

hielten sich einige junge Diodon, nur war der Hyalinknorpel weniger klar. — Diese Befunde könnten auf den ersten Blick daran denken lassen, dass wir es dort mit denselben knorpeligen Anlagen der Wirbelkörper wie bei den Plagiostomen, also mit einer knorpeligen äusseren Chordascheide zu thun hätten. Dagegen spricht aber die Thatsache, dass die Wirbelbogenbasen bis zum innersten knöchernen Doppelkegel reichen, also die zwischen ihnen liegenden Knochen- und Knorpelmassen nicht in einer kontinuirlichen röhrigen Schicht angelegt wurden, sondern ebenso wie bei den übrigen Teleostiern sich nachträglich auf den primären Knochenkegel und zwischen die Bogenbasen ablagerten. Anderseits gestattet der Vergleich mit Chironectes sehr wohl die Annahme, dass der Hyalinknorpel jener Plectognathen sich sekundär zwischen den zuerst entstandenen Knochenleisten aus einer Bindesubstanz entwickelte, die anfangs dem gewöhnlichen fibrillären Bindegewebe näher stand als dem Knorpel.

Die verschiedenen Bildungen des sekundären Wirbelkörpers der Teleostier stimmen also in der Anlage durchaus überein, indem überall die knorpeligen Bogenbasen und das den primären Wirbelkörper umgebende Bindegewebe die betreffenden Skeletschichten liefern. Geweblich unterscheiden sie sich aber dadurch, dass 1) die Bogenbasen entweder ganz oder theilweise knorpelig bleiben oder verknöchern, 2) das Bindegewebe aber entweder ganz oder nur theilweise verknöchert, und im letzteren Falle die nicht verknöcherten Theile bald bindegewebig bleiben, bald sich in Knorpel oder endlich Markmasse verwandeln.

Die Wirbelbögen und die Rippen.

Die oberen Wirbelbögen entstehen in der Regel als knorpelige, aufwärts zugespitzte und rückwärts gebogene Spangen, deren Enden über dem Rückenmarkskanale zur Berührung oder Verschmelzung gelangen. Wahrscheinlich fehlt die knorpelige Grundlage niemals vollständig, indem Aug. Müller selbst bei Cyprinoiden, deren obere Bögen frühzeitig rein knöchern erscheinen, wenigstens an den vorderen Wirbeln knorpelige Basen antraf (N. 18 S. 265); doch mag jener ursprüngliche Knorpel bisweilen auf die basalen Theile beschränkt sein, was sich ja auch an den unteren Bögen wiederholt. Sehr frühe erhalten auch die ganz

knorpelig angelegten oberen Bögen eine periostale Knochenrinde, worauf häufig, insbesondere an langen Wirbeln, auch die faserigen Membranen, welche die relativ weit von einander entfernten Bogenpaare verbinden, im Anschluss an deren Knochenrinde und je bis zur intervertebralen Grenze verknöchern. So entstehen über den Wirbelkörpern breite Knochendächer, an deren Bildung die ursprünglichen Wirbelbögen nur einen beschränkten Antheil haben. Ich habe dies an jungen Aalen erkennen können, wo die erwähnten Dächer sowie die Wirbelkörper sehr lang sind (Fig. 23) und nur in der Mitte die Bogenknorpel einschliessen; die Wirbel von Echeneis naucrates zeigen eine solche Zusammensetzung der den Rückenmarkskanal bildenden Knochendächer auch schon äusserlich (Fig. 24).

Es sind im übrigen zweierlei Verbindungen der oberen Wirbelbögen untereinander bekannt: einmal verschmelzen ihre oberen Enden über dem oberen Wirbelkanal, worin das elastische Längsband liegt, zum Dornfortsatz (Fig. 9. 25); zweitens findet sich sehr häufig (Salmoniden, Clupeiden, Esox u. s. w.) eine quere knorpelige oder knöcherne Verbindung derselben zwischen jenem Längsbande und dem eigentlichen Rückenmarkskanal (Fig. 8). Die Bildung des Dornfortsatzes ist nicht selten eine scheinbare, indem die beiden Bogenenden sich nur berühren ohne zu verschmelzen; auch schliesst sich ihnen häufig ein besonderer, sie weit überragender Knochenstrahl an, der auch in Abwesenheit zugehöriger Flossen ebenso wie bei den Ganoiden (N. 11 S. 447. 455) als Flossenträger aufgefasst werden muss. Diese Verhältnisse variiren übrigens nicht unbedeutend selbst in dem einzelnen Thier. So zeigt Esox z. B. im Vorderrumpf die getrennten Bogenenden nebst Flossenträgern und die tiefere quere Verbindungsbrücke (Fig. 8); im Hinterrumpf fehlen die Flossenträger und im Schwanz besteht ein vollständiger Dornfortsatz, aber ohne die Verbindungsbrücke unter dem Längsbande. Stannius hat die letztere für den eigentlichen Wirbelbogenschluss erklärt (N. 22 S. 25. 26), Aug. Müller dem widersprochen ohne eine andere Deutung zu versuchen (N. 18 S. 264). Ich habe schon bei der Besprechung der ähnlichen Bildungen der Ganoiden (a. a. O.) darauf hingewiesen, dass jene Knorpelbrücke nicht auf medianwärts gerichteten Fortsätzen der Wirbelbögen, sondern aus selbstständigen Stücken entsteht. Ich sah dort nämlich bei 3 ctm. langen Hechtchen zwei längliche

Knorpelstücke liegen, welche in der Medianebene zwischen dem Längsbande und dem Rückenmarkskanal sich berührten, seitlich aber sich abwärts bogen und an der Innenseite der Wirbelbögen endeten, ohne noch mit ihnen verwachsen zu sein (Fig. 1); genau genommen lagen sie nicht einmal in derselben Querebene wie die Bögen, sondern mit einem Abschnitt vor denselben, sodass sie von vorn her zwischen diese eingeschoben erschienen. Die Verwachsung mit den Bögen tritt erst später ein (Fig. 8). Wir haben also in diesen paarigen, von oben etwas hinabziehenden und mit den eigentlichen Wirbelbögen wenigstens andeutungsweise alternirenden Knorpelstücken, welche sich unter dem Längsbande vereinigen, Homologa der Interkalarbögen der Selachier anzuerkennen und dürfen anderseits daraus schliessen, dass die entsprechenden Bildungen der Ganoiden die gleiche Bedeutung haben.

Endlich sei noch von den vordersten oberen Bögen von Monacanthus bemerkt, dass sie dort, wo sie aus den Wirbelkörpern hervortreten, eine unvollkommene Abgliederung zeigen in Form weicher Zellenschichten mit länglichen Zellen, welche den Knorpel quer durchsetzen (Fig. 11).

Die unteren Bögen entstehen im Schwanze der Salmoniden und Hechte gerade so wie bei den Plagiostomen oder wie die oberen Bögen, als kontinuirliche Knorpelstreifen mit breiter Basis und zugespitztem Ende. Die hintersten, der Schwanzflosse zur Stütze dienenden Bögen entstehen nicht paarig, sondern als einfache Stäbe (vgl. Lotz N. 15 S. 93. 94); an den davorliegenden Bögen ist das obere Ende bereits gabelig getheilt oder paarig angelegt, während der gleichzeitig gebildete unpaare Abschnitt oder der Dornfortsatz an Länge noch bedeutend überwiegt. In der vorderen Hälfte des Schwanzes ist der Dornfortsatz anfangs nur kurz oder gar nicht angelegt, sodass die getrennten paarigen Bögen sich erst sekundär mit ihren unteren Enden verbinden. Bei jungen Cypriniden fand Aug. Müller nur die zur Schwanzflosse gehörigen unteren Bögen ganz knorpelig, an den übrigen kaudalen Bögen nur die Basis ebenso, den eigentlichen Körper derselben aber gleich knöchern angelegt (N. 18 S. 264. 265), was ich bei Anguilla vulgaris wiederfand (Fig. 22).

Ueber die Entwickelung des unteren Bogensystems im Rumpfe der Teleostier hat, abgesehen von einigen unbestimmten Aeusserungen v Baer's und Rathke's (N. 2 S. 36, N. 20 S. 22),

Aug. Müller Beobachtungen angestellt. Bei jungen Hechten fand er kontinuirliche knorpelige untere Bögen mit breiter Basis und gegen das Ende verjüngtem Körper, welcher sich später als Rippe (Pleuralbogen) von der Basis (Basalstumpf) abgliedert. Um den Knorpelstrang der Rippen entwickelt sich später eine Knochenhülse, welche aber das untere Ende freilässt (N. 18 S. 260, 261). Bei jungen Cypriniden (Abramis, Leuciscus) sind im Rumpfe ebenso wie im Schwanze nur die Basen der unteren Bögen knorpelig, deren eigentliche Körper oder die späteren Pleuralbögen gleich knöchern gebildet (a. a. O.). Auf Grund dieser entwickelungsgeschichtlichen und entsprechenden vergleichend-anatomischen Beobachtungen an anderen Teleostiern erklärte Aug. Müller die Querfortsätze und die daran hängenden Rippen zusammen für gleichwerthig den kaudalen Spinalbögen (N. 18 S. 260. 267—269). Diese, übrigens schon von Meckel (N. 16 S. 205.209.223.244—250). vertretene Ansicht wurde später auch von Rathke (N. 21 S. 126) und Hasse (N. 12 S. 45) wiederholt. Ihr trat Joh. Müller entgegen, indem er die kaudalen Spinalbögen der Teleostier lediglich in die Bogenstümpfe des Rumpfes (untere Querfortsätze) sich fortsetzen liess, während die Pleuralbögen oder sogenannten „Rippen" der Teleostier, anders wie bei den Ganoiden, im Schwanze in der Regel keine Homologa besitzen sollten (N. 17 I, S. 93). So wie Stannius (N. 22 S. 27) folgte auch Gegenbaur der Auffassung J. Müller's, wobei aber hervorgehoben werden muss, dass Gegenbaur ebenso wie Aug. Müller die Pleuralbögen für Theilprodukte unterer Bögen ansieht. „Die unteren Bögen erscheinen am Rumpfe in Rippen und diese tragende Querfortsätze (Parapophysen) gegliedert." „Bei den Teleostiern gehen die rippentragenden Querfortsätze unter allmählicher Convergenz am Caudalabschnitte in untere Bogenbildungen über, die obwohl sie Dornfortsätze bilden, jenen der Selachier und Ganoiden nicht homolog sind" (N. 9 S. 455).

Ich selbst habe die Entwickelung und Bildung des unteren Bogensystems im Rumpfe bei Esox, Anguilla und Salmo untersucht und werde die bezüglichen Beobachtungen nach jenen drei Arten gesondert anführen, weil dieselben sich gerade so unterscheiden, dass bald die eine, bald die andere der eben reproducirten Ansichten über die Homologie der verschiedenen unteren Wirbelfortsätze und -anhänge gestützt erscheint.

Esox lucius. Ich habe die Kontinuität der unteren Bögen im Rumpfe des Hechtes nicht beobachtet, sondern sie bereits in Basalstümpfe und Pleuralbögen gegliedert angetroffen. Ich habe aber keinen Grund, an der Angabe und Abbildung Aug. Müller's zu zweifeln, wonach diese Stücke in einem kontinuirlichen Knorpelstreif angelegt würden. Die Pleuralbögen sind an den 3 cm langen Thieren relativ kurz und dick, ganz knorpelig und durchweg dem Ende der Basalstümpfe angefügt. Die alsbald auftretende periostale Knochenhülse fliesst am unteren Ende des letzten Pleuralbogens ebenso wie an den dahinterliegenden Bögen zu einer soliden Knochenspitze zusammen (Fig. 5). An den übrigen Pleuralbögen reicht der Periostalknochen allerdings nicht bis an das Ende des Knorpelstranges; dieses ragt aber doch nicht frei zur Knochenhülse hervor, sondern ist in eine sehr resistente häutige Fortsetzung des Knochens vollständig eingeschlossen (Fig. 6). Auch ist der Knorpel gegen das Ende hin wesentlich verändert, indem er dort in ein ganz weiches Gewebe mit sehr viel dichter gestellten und quer gestreckten Zellen übergeht. Indem nun die Knorpelbildung in dieses weiche Gewebe von oben fortschreitet, rücken dort die Zellen auseinander, wächst also der ganze Strang bedeutend in die Länge; offenbar nimmt aber die bindegewebige Hülle nicht in dem gleichen Masse zu, da der Knorpelstrang beim Uebergang in das weiche Gewebe innerhalb jener Hülle eine Schlinge bildet. Dieses weiche Ende des Knorpelstranges unterhält also für längere Zeit das einseitige Längenwachsthum des Pleuralbogens, an dessen oberem Ende der Stillstand im Wachsthum des Knorpels durch eine theilweise Verfettung des letzteren bezeichnet wird. An den periostalen Knochen dieses Endes schliessen sich zwei flügelförmige Membranen an, deren Verknöcherung dasselbe ansehnlich verbreitert (Fig. 5).

Wenn nun beim Hecht die Homologie zwischen den kaudalen Spinalbögen und den Basalstümpfen nebst den Pleuralbögen des Rumpfes schon aus der kontinuirlichen Anlage der letzteren mehr als wahrscheinlich wird, so lässt sich dieser Vergleich auch noch an jungen Hechten von 7 cm hinlänglich begründen. Auf den schon beschriebenen letzten Pleuralbogen folgen nämlich zwei bis drei nicht gegliederte aber auch unverbundene Bögen, welche jenem letzten gegliederten Bogen durch die breite knorpelige Basis und den dünnen knorpeligen Körper mit dem gleichfalls in eine Spitze

auslaufenden Periostalknochen völlig gleichen und selbst in der Länge nur wenig zurückstehen (Fig. 5. 21). Es lässt sich mithin der letzte Basalstumpf lediglich den Basen der folgenden einfachen Bögen gleichstellen, sodass der Pleuralbogen im Körper derselben sein Homologon fände. Von diesen einfachen unteren Bögen sind aber die folgenden kaudalen Spinalbögen nur durch die Verbindung der unteren Bogenhälften zum Dornfortsatz unterschieden, sodass mit Hülfe jener Uebergangsformen auf das evidenteste nachgewiesen werden kann, dass die Basalstümpfe des Hechts nur in die Basen, seine Pleuralbögen aber in die eigentlichen Schenkel der kaudalen Spinalbögen übergehen. In den erwachsenen Hechten sind diese Verhältnisse nicht mehr so anschaulich, indem jene Uebergangsformen, die 2—3 ungegliederten und unverbundenen Bögen im Wachsthum sowohl hinter dem letzten Pleural- als dem ersten Spinalbogen merklich zurückbleiben, wenngleich sie um das Mehrfache länger bleiben als die vorausgehenden Basalstümpfe. In den erwähnten Verhältnissen bei den jungen Hechten wird man aber nicht umhin können, eine bedingungslose Bestätigung der Ansicht Aug. Müller's zu finden, dass in den Spinalbögen des Schwanzes nicht nur Homologa der Basalstümpfe, sondern auch der Pleuralbögen enthalten sind.

Anguilla vulgaris. Vergleicht man an der fertig gebildeten Wirbelsäule dieses Fisches den ersten kaudalen Spinalbogen mit dem vorausgehenden Paar von Basalstümpfen und Pleuralbögen, so können die gleichwerthigen Stücke nur in demselben Sinn wie bei Esox bestimmt werden (Fig. 23); die Basalstümpfe sind nach Grösse, Form und Lage lediglich den breiten Wurzelstücken der Spinalbögen zu vergleichen, während die relativ kurzen Pleuralbögen, welche übrigens an der hinteren, inneren Seite der Basalstümpfe befestigt sind, den schmalen, schräg nach hinten gerichteten und zum Dornfortsatz verbundenen unteren Abschnitten der Spinalbögen entsprechen. In der Entwickelung unterscheiden sich aber diese Theile sehr auffallend von denen des Hechtes. An jungen Aalen von 7—8 cm Länge sind die Spinalbögen ähnlich gebildet wie bei den jungen Hechten (Fig. 22) nur ist der innere Knorpelstrang gleich anfangs kürzer, sodass die rein knöcherne Fortsetzung des Bogens mindestens die Hälfte desselben beträgt. An den davorliegenden Rumpfwirbeln war der knorpelhaltige Theil des Basalstumpfes demjenigen der Spinalbögen durchaus gleich,

die rein knöcherne Fortsetzung aber nur in Form einer Spitze und weiter vorn gar nicht mehr vorhanden. Von dieser Spitze sah ich aber das Periost in deutlicher Sonderung von den umgebenden Geweben sich längs der inneren Grenze der bezüglichen Muskelsegmente schräg rückwärts und abwärts hinziehen und darin eine eben angelegte, stabförmige Verknöcherung, welche noch pinselförmig zerfasert gegen den Hinterrand jener Spitze auslief. In seinen Lagebeziehungen entspricht nun dieses Knochenstäbchen oder der letzte Pleuralbogen schon bei so jugendlichen Individuen vollkommen der unteren rein knöchernen Hälfte eines kaudalen Bogens, welche ebenfalls vom Wurzelstück winkelig abgebogen ist. Die unvollkommene und überaus zarte Knochenbildung desselben Pleuralbogens bezeugt aber, dass er eben erst und folglich durch direkte Verknöcherung und getrennt von dem knorpelig vorgebildeten Basalstumpf entstanden ist. Dieser Unterschied von den gleichen Stücken des Hechtes erklärt sich aber in ersterer Beziehung daraus, dass die den Pleuralbögen entsprechenden unteren Abschnitte der kaudalen Bögen des Aals gleichfalls eine knorpelige Anlage entbehren, dass mithin an den unteren Bögen dieses Fisches eine ähnliche durchgängige Beschränkung der knorpeligen Anlage auf die Basaltheile eingetreten ist, wie wir eine solche schon an den oberen Bögen vieler Teleostier antrafen. Die Pleuralbögen des Aals bilden also in histiogenetischer Hinsicht keine isolirte Annahme. Ferner ist es aber klar, dass wo eine Trennung jener direkt verknöchernden unteren Bogenhälften von den Wurzelstücken vorbereitet ist, wie gerade im Rumpfe, eine vorausgehende Kontinuität sich nur in der weichen, bindegewebsartigen Grundlage beider Skelettheile zeigen kann, welche beim Aal, wie ich oben bemerkte, denn auch in der That existirt. Ueberhaupt scheint es mir für den vorliegenden Fall unstatthaft, die getrennt entstehenden Knochen des Aals mit der zusammenhängenden Knorpelanlage derselben Knochen beim Hecht zu vergleichen; vergleichbar sind in dieser Beziehung nur die definitiven Knochen beider Thiere, welche stets getrennt sind, und deren Grundlagen, welche ebenfalls in beiden Fällen kontinuirliche sind, sodass der eigentliche Unterschied sich darauf beschränkt, dass in dieser Grundlage einmal eine ausgedehnte und kontinuirliche Knorpelbildung der Verknöcherung vorausgeht, welche im andern Falle grösstentheils ausfällt. Mit Rücksicht auf die völlig knorpeligen

Anlagen der Wirbelbögen bei den Ganoiden und Selachiern darf man das Verhalten der unteren Wirbelbögen bei Esox für das phyletisch ältere, dasjenige bei Anguilla für ein sekundär abgeleitetes halten, und zwar so, dass die Reduktion der Knorpelanlage auch das diskrete Auftreten der Pleuralbögen veranlasste. Freilich ist der ursprüngliche Zusammenhang der Pleuralbögen und Basalstümpfe bei den Ganoiden, wie ich dies seinerzeit hervorgehoben habe (No. 11 S. 451) nicht bekannt, und man könnte daher scheinbar eben so gut annehmen, dass gerade die getrennte knorpelige Anlage beider Stücke die ursprüngliche Erscheinungsform der unteren Bögen des Rumpfes gewesen sei. Nur wäre dabei zu beachten, dass die nachweisbare Diskontinuität derselben bei Anguilla und, wie sich noch ergeben wird, bei Salmo, auf die sekundären Gewebsumbildungen, nicht auf die erste Anlage der genannten Bogentheile sich bezieht, welche sich ebenso kontinuirlich darstellt wie diejenige der kaudalen unteren Bögen. Es sind daher die Pleuralbögen immerhin als wirkliche Theile unterer Bögen anzusehen, sodass auch von dieser Seite ihrer Gleichstellung mit den unteren Abschnitten der kaudalen Spinalbögen nichts im Wege steht.

Salmo salar, S. fario. Vom unteren Bogensystem des Rumpfes der Salmoniden, welches durchweg knorpelig vorgebildet ist, sah ich anfangs ähnlich wie bei Anguilla nur die Wurzelstücke gebildet. In der vorderen und mittleren Rumpfgegend bleiben sie so niedrig, dass sie später ganz in die Wirbelkörper aufgenommen werden und alsdann von besonderen Trägern der Pleuralbögen nicht wohl die Rede sein kann. In der hinteren Rumpfgegend wachsen sie stärker hervor und bilden daher auch später aus den Wirbelkörpern hervortretende Basalstümpfe. Ueberall habe ich an diesen knorpeligen Wurzelstücken der unteren Bögen der Salmoniden gefunden, dass ihre eigentliche Basis nach hinten zu in eine schildförmige Fortsetzung auswächst, welche in natürlicher Lage von der Seite gesehen, wie eine von der dickern Bogenbasis gesonderte Platte erscheint (Fig. 15) und wohl mit zu der Ansicht Veranlassung gegeben haben mag, dass der Wirbelkörper knorpelig angelegt würde (Vogt). Rollt man die embryonale Wirbelsäule so weit um, dass die Bogenbasen ganz im Profil zu sehen sind, so erkennt man leicht, dass jene scheinbaren Platten unmittelbare polsterförmige Fortsetzungen der Bogenbasen sind und gegen die Oberfläche des Wirbelkörpers oder der (im optischen Durchschnitt

schwer sichtbaren) äusseren Chordascheide nicht allmählich, sondern scharf abfallen (Fig. 14).

Bevor nun die Pleuralbögen, von vorn nach hinten fortschreitend entstehen, sieht man, wie bei Anguilla, vom Ende der knorpeligen Bogenbasis und gleichsam als Fortsetzung ihres Perichondriums einen dichten, zellenreichen Gewebsstrang an der Innenseite der sogenannten Muskelgrenze schräg rückwärts und abwärts ziehen (Fig. 14, 2). Innerhalb dieses Stranges entwickeln sich darauf Knorpelzellen, welche meist in einer einfachen Reihe aneinandergereiht, den zunächst fadenförmig dünnen Pleuralbogen zusammensetzen. Ob diese Knorpelbildung auch vor den neun letzten Rumpfwirbeln, welche eine ganz besondere Bogenbildung zeigen, getrennt von der Bogenbasis beginnt, um sie erst sekundär zu erreichen, weiss ich nicht; jedenfalls erfolgt sie gleichzeitig auf einer sehr langen Strecke und hängt alsbald kontinuirlich mit dem Knorpel der Bogenbasis zusammen (Fig. 14, 1). Die wirkliche Abgliederung des dünnen, nur am vertebralen Ende kolbig angeschwollenen Pleuralbogens von der Basis tritt etwas später, aber nicht gleichzeitig an allen bezeichneten Wirbeln ein, sodass zu einer gewissen Zeit gegliederte und kontinuirliche Bögen nebeneinander bestehen können. Sollte aber auch die Knorpelbildung diskontinuirlich beginnen oder selbst eine solche Unterbrechung gelegentlich direkt in die bleibende Gliederung des ganzen Bogens übergehen, so wäre doch in Folge des ursprünglichen Zusammenhangs der Gesammtanlage die genetische Zusammengehörigkeit von Bogenbasis und Pleuralbogen nicht zu bezweifeln, so wenig als z. B. die Einheit der äusseren Chordascheide der meisten Selachier dadurch in Frage gestellt wird, dass sie nur in den getrennten vertebralen Abschnitten knorpelig wird, dagegen in den sie verbindenden Intervertebralringen häutig weich bleibt.

An den neun hinteren Rumpfwirbeln von Salmo salar entstehen nun die knorpeligen Pleuralbögen in der Hauptsache ebenso, d. h. in einem von der Bogenbasis ausgehenden, vom umgebenden Bindegewebe sehr deutlich unterscheidbaren Gewebsstreifen (Fig. 14, 2. 15); ihre vertebralen Enden fliessen aber niemals mit der Bogenbasis zusammen, sondern bleiben von ihr getrennt und erreichen sie an den letzten Wirbeln überhaupt nicht (Fig. 20), sodass lediglich der in Bandmasse verwandelte Rest der gemeinsamen weichen Grundlage ihre Verbindung unterhält. Ausserdem

zeigen die Bogenbasen dieser neun Wirbel noch folgende Besonderheit. Bevor noch die relativ spät eintretende Bildung ihrer Pleuralbögen begonnen hat, sind die Enden der Bogenbasen ziemlich gerade abwärts und dann um die Stammgefässe (Aorta und Fortsetzung der Kaudalvene) gekrümmt einander entgegengewachsen, sodass sie wenigstens an den sechs letzten Wirbeln einander wirklich erreichen und je mit ihrem Wirbelkörper einen geschlossenen Ring bilden (Fig. 18). Indem die Enden der Bogenbasen dabei die Richtung der Anlagen der Pleuralbögen verlassen, fügen sich die letzteren später dem seitlichen Hinterrande jener Ringe an. Verfolgt man nun diese Wirbelbogenringe bis zum Schwanz, so scheinen sie durch die entsprechenden Bildungen der kaudalen Spinalbögen einfach wiederholt und fortgesetzt zu werden (Fig. 16 bis 18), und so die Auffassung Joh. Müller's aufs vollständigste zu bestätigen, dass die kaudalen Spinalbögen nur den Bogenstümpfen des Rumpfes homolog sind. Dennoch lässt sich diese Ansicht nicht aufrecht erhalten, sobald man die folgenden näheren Umstände erwägt.

Durchmustert man eine Querschnittserie von den vorderen Schwanzwirbeln aus nach vorn (Fig. 16—19)[1]), so ergibt sich zunächst, dass während im grössten Theile des Schwanzes die Stammmuskeln unter den Stammgefässen in der ganzen noch übrigen Höhe dicht zusammenrücken, sie in der Gegend der vorderen Kaudalwirbel von unten her durch den hintersten Abschnitt der Leibeshöhle wieder auseinandergedrängt werden, sodass der ganze von ihnen umschlossene subvertebrale Raum eine Sanduhrform mit zwei übereinanderliegenden Erweiterungen zeigt (Fig. 16). In der oberen liegt der von den Spinalbögen eingeschlossene Kaudalkanal, und vom unteren Bogenschluss zieht der Dornfortsatz zwischen die zusammengerückten Muskeln hinab, ohngefähr bis dahin, wo dieselben auseinandertreten und die untere Erweiterung des von ihnen eingeschlossenen Raumes oder eben die Leibeshöhle beginnt[2]). Im

---

1) Meine Abbildungen sind insofern schematische, als ich die betreffenden Skelettheile, welche bei ihrer schrägen Stellung niemals in einen Querdurchschnitt fallen, immer vollständig in ein Bild eintrug.

2) Es erhellt daraus, dass die als kaudale Bildungen aufgefassten Spinalbögen und die den Rumpf bezeichnende Leibeshöhle durchaus nicht einfach hintereinanderliegen, selbst wenn wir eine den Segmentgrenzen entsprechende

Bereich des letzten Rumpfwirbels sind die eben beschriebenen Längeverhältnisse noch wesentlich dieselben (Fig. 17); es tritt nur an die Stelle des eigentlichen Dornfortsatzes das hinterste Paar Pleuralbögen, welche zwischen den Muskeln und über der Leibeshöhle, bez. der Niere dicht nebeneinander liegen und da sie nach ihrer Anlage ebenfalls als Fortsetzungen der darüber zusammengewachsenen Bogentheile aufzufassen sind, einen in seine paarigen Elemente zerlegten und abgegliederten Dornfortsatz vorstellen. Noch weiter vorn verändert sich aber das Bild derart, dass die Nieren zwischen die Pleuralbögen und bis zu dem die Stammgefässe einschliessenden Bogen hinaufrücken und in Folge dessen die Pleuralbögen nicht mehr von der Spitze, sondern von den Seiten desselben ausgehen und nicht mehr als die terminale Fortsetzung seiner beiden Schenkel, wie es die Dornfortsätze sind, erscheinen (Fig. 18). Jede Bogenbasis dieser hinteren Rumpfwirbel setzt sich also einmal kontinuirlich in einen Schenkel fort, der einwärts um die Stammgefässe gebogen, mit dem gegenüberliegenden in der Medianebene verwächst, und zweitens — diskontinuirlich in der Knorpel- und Knochenbildung, aber doch im Zusammenhang der ersten weichen Anlage — in den Pleuralbogen, welcher dort, wo der erstere Schenkel nach innen abbiegt, ansetzt und längs der Muskulatur weiter hinabzieht. An dem siebenten Rumpfwirbel, von hinten gerechnet, verschwindet das quere untere Schlussstück des Gefässkanals, sodass von den Bogenbasen nur einfache Basalstümpfe gerade abwärts ziehen und die Pleuralbögen sich ihnen in derselben Richtung anschliessen (Fig. 19).

Müssen wir also für die hintersten Rumpfwirbel von Salmo gewissermassen eine Gabelung des unteren Bogens annehmen, so ist es ferner nicht schwer, daran die einzelnen Homologien mit den entsprechenden Stücken anderer Regionen und anderer Teleostier herauszufinden. Der Stamm des unteren Bogens an jenen Wirbeln ist jedenfalls in den Seitentheilen des Gefässkanals, welche

schräge Grenzlinie zwischen Rumpf und Schwanz annehmen. Bei anderen Teleostiern (Monacanthus, Diodon, Cyclopterus, Lepadogaster, Chironectes u. s. w.) schiebt sich die unveränderte Fortsetzung der kaudalen Wirbelsäule viel weiter über die Leibeshöhle vor (Fig. 9), wobei stets die zusammengerückten Muskeln einen gewissen Abschluss zwischen Gefässkanal und Leibeshöhle bewirken. In solchen Fällen rechne ich jene unveränderte Fortsetzung der eigentlichen kaudalen Wirbelsäule stets noch zu der letzteren.

davor zu den frei auslaufenden Basalstümpfen werden, und den sich daran schliessenden Pleuralbögen gegeben; die quere Verbindung jener Seitentheile oder der Basalstümpfe unter den Gefässen ist der Gattung Salmo im Gegensatz zu Esox und Anguilla eigenthümlich. Verfolgt man nun dieselben Rumpfwirbel von Salmo rückwärts, so erscheint dadurch, dass jene Stammtheile der unteren Bögen mit den beiden Muskelhälften unter den Gefässen näher zusammenrücken, das quere Verbindungsstück immer schmäler, sodass am letzten Rumpfwirbel (Fig. 17), wo die Pleuralbögen an den jungen Fischen beinahe und an den erwachsenen Thieren thatsächlich sich berühren, auch von einem besonderen queren Verbindungsstück der Basalstümpfe nicht wohl die Rede sein kann, indem ihre durch den Ansatz der Pleuralbögen bezeichneten Enden unmittelbar zusammenstossen. Es folgt aber daraus, dass die den Gefässkanal bildenden Halbringe an den hinteren Rumpfwirbeln von Salmo (mit Ausnahme des letzten) nicht ohne weiteres denen des Schwanzes gleichwerthig sind, sondern durch ein Verbindungsstück zwischen den Basalstümpfen hergestellt werden, welches aus paarigen medialen Fortsätzen der letzteren entsteht. Diese sogar aus der Richtung des eigentlichen Bogens heraustretenden Fortsätze können ebenfalls Hämalfortsätze genannt werden, wie die ähnlichen Bildungen bei den Stören, obgleich die letzteren zwischen Arterie und Vene liegen (No. 11 S. 449. 460); denn der Inhalt des bezüglichen Kanals wechselt schon innerhalb derselben Gattung, indem darin beim Lachs, wie ich beschrieb, nur die Gefässe, bei anderen Salmoniden nach Agassiz und Stannius (No. 1 S. 37, No. 22 S. 264) auch Theile der Nieren Platz finden. Indem also die Hämalfortsätze der Salmoniden nach hinten zu abnehmen, am letzten Rumpfwirbel sogar ganz verschwinden und die Basalstümpfe allein den Kanal umschliessen, wird erst der Uebergang zum entsprechenden oberen Theil der kaudalen Spinalbögen hergestellt, deren Dornfortsätze, wie wir sahen, den vereinigten Pleuralbögen homolog sind.

Das Ergebniss der voranstehenden Untersuchung ist dieses, dass das untere Bogensystem von Salmo durch die Verbindung der hinteren Basalstümpfe vermittelst der Hämalfortsätze spinalbogenähnliche Bildungen erzeugt, welche aber am letzten Rumpfwirbel durch den unmittelbaren Zusammenschluss der Bogenstümpfe ersetzt werden, und unter Verbindung mit den darunter zu Dornfortsätzen

paarig verschmolzenen Pleuralbögen in die ganzen Spinalbögen des Schwanzes übergehen. Vergleicht man mit den betreffenden Querdurchschnitten von Salmo einen ähnlichen schematischen Durchschnitt von Esox aus der Uebergangsregion (Fig. 21), so zeigt sich ganz klar, wie in Abwesenheit der Hämalfortsätze der Spinalbogen durch einfache Lösung seiner unteren Verbindung (Dornfortsatz) in die ungegliederten und weiter die gegliederten unteren Bögen des Rumpfes (Basalstümpfe und Pleuralbögen) übergeht. Wollte man daher die obige Erklärung des unteren Bogensystems von Salmo von der Hand weisen und dafür die bezeichnete Joh. Müller'sche Ansicht vorziehen, so müsste Salmo in seinem Wirbelsystem nicht nur von den Ganoiden, sondern auch von den meisten übrigen Teleostiern in seltsamster Weise abweichen. Ich halte daher auch für Salmo die Ansicht Meckel's und Aug. Müller's von der Gleichwerthigkeit der Spinalbögen einerseits und der Basalstümpfe und Pleuralbögen anderseits für völlig begründet. — An Salmo schliessen sich bekanntlich nach der besonderen Bildung des unteren Bogensystems eine Anzahl anderer Teleostier an; nur dürfen damit diejenigen Formen nicht zusammengestellt werden, bei denen, wie erwähnt, die kaudalen Spinalbögen mit der entsprechenden Muskelanordnung weit über die hintere Hälfte der Leibeshöhle sich einfach fortsetzen (Plectognathi, Discoboli, Chironectes s. o.)[1]. Der Unterschied ist aber der, dass im ersten Fall die Leibeshöhle bis an den durch Hämalfortsätze hergestellten Gefässkanal reicht und folglich Pleuralbögen an demselben hängen können, während im anderen Fall die Leibeshöhle durch die zusammengerückte Muskulatur von der völlig kaudal gebildeten Wirbelsäule ganz getrennt ist und an dieser die Pleuralbögen nur durch Dornfortsätze vertreten sind. — Umgekehrt können auch die an den hinteren Rumpfwirbeln von Salmo geschilderten Verhältnisse des unteren Bogensystems sich in den Schwanz, d. h. bis hinter den After fortsetzen (vgl. Stannius No. 22 S. 31); es sind aber dann nicht echte kaudale Spinalbögen, welche die Pleuralbögen tragen, sondern eben jene durch die Basalstümpfe und ihre Hämalfortsätze gebildeten runden oder zugespitzten Bögen. — Die einfachsten Verhältnisse des unteren Bogensystems bieten natürlich diejenigen

1) Offenbar sind es aber gerade solche Formen, welche Stannius mit Salmo u. s. w. zusammenstellt (No. 22 S. 28).

Teleostier dar, welche wie die oben genannten Plecthognathi u. s. w., vor den Spinalbögen nur einfache ungegliederte Fortsätze, die unverbundenen Folgestücke der Spinalbogenschenkel, besitzen (Fig. 9. 10) oder bei denen die unteren Bögen bis auf die dem Wirbelkörper mehr oder weniger einverleibten Basen reducirt erscheinen.

Mit den bisher abgehandelten Skelettheilen des unteren Wirbelbogensystems der Teleostier halten die neueren Anatomen dasselbe für abgeschlossen; die sogenannten Fleischgräten werden seit Joh. Müller (No. 17 I S. 98) nicht mehr zum Stammskelet gerechnet und nur als gelegentliche Bandverknöcherungen aufgefasst. Vorher, als man unter „Rippen" einfach seitliche oder untere Wirbelanhänge ohne Rücksicht auf ihren Ursprung und ihre besonderen Lageverhältnisse verstand, wurden die Fleischgräten mit den Pleuralbögen unter jenem Namen zusammengefasst, sodass sie nur als obere und untere Rippen unterschieden wurden (vgl. Meckel No. 16 S. 244—250). Eine gleiche Koordinirung aller dieser Theile vertrat auch Aug. Müller (No. 18 S. 271—284), wobei er jedoch nur die Gräten, insbesondere die zwischen den oberen und unteren Stammmuskelhälften gelegenen „Seitengräten" ausschliesslich wegen ihrer Lage mit den Rippen der Amphibien und Amnioten, die Pleuralbögen aber sehr richtig nur mit den meist bloss kaudalen unteren Bögen derselben verglich (No. 18 S. 298). Endlich habe ich gelegentlich die Ansicht ausgesprochen (No. 10 S. 435), dass wenn bei den Teleostiern überhaupt echte Rippenhomologa vorhanden seien, dieselben nur in jenen Seitengräten zu suchen wären. Gegenbaur führt dagegen als Hauptargument an, dass die Gräten nach den Beobachtungen von Aug. Müller selbst rein knöchern angelegt würden, also mit den knorpelig vorgebildeten Rippen nicht verglichen werden könnten (No. 8 S. 309)[1]). Dabei übersieht aber Gegenbaur, dass nach Aug. Müller's Beobachtungen eine histiogenetische Regel für die Ein-

1) Gegenbaur hat dieselbe Gelegenheit benutzt, mir die Unkenntniss der Arbeit Aug. Müller's vorzuwerfen, weil ich sie bei meiner ganz kurzgefassten „vorläufigen Annahme", wie ich mich ausdrückte, nicht citirte. Wie müsste er erst über einen Schriftsteller urtheilen, welcher bei sehr umfassenden Untersuchungen über die Rippen und ganz bestimmten Urtheilen über die Gräten u. s. w. jene ihm vorliegende Hauptarbeit über diesen Gegenstand ebenfalls mit völligem Stillschweigen überging? Dieser Schriftsteller ist aber — Gegenbaur selbst!

zeltheile des Wirbelsystems nicht besteht (No. 18 S. 266), also auch die rein knöcherne Bildung der Gräten gegen ihre Rippennatur nicht angezogen werden könnte. Ich selbst habe im Verlauf meiner Abhandlungen über das Skelet sehr häufig Gelegenheit gehabt darauf aufmerksam zu machen, dass ursprünglich knorpelig vorgebildete Theile sich in direkt verknöchernde verwandeln; zuletzt sahen wir dies gerade an den Pleuralbögen der Teleostier. Trotzdem kann ich mich Aug. Müller nur sehr bedingt anschliessen.

Es ist natürlich, dass wir von den hier in Frage kommenden Rippenbildungen zunächst diejenigen der Selachier zum Vergleich heranziehen. Diese entstehen im genetischen Zusammenhang mit den unteren Bögen, aus seitlichen Fortsätzen derselben, welche zwischen die beiden Stammmuskelhälften in verschiedener Ausdehnung vordringen und dann sich vom Bogen abgliedern (vgl. Taf. IX Fig. 26. 27). Dass die Rippenfortsätze dabei nicht allmählich hervorwachsen, sondern gleich in ihrer ganzen Länge angelegt werden, scheint mir unerheblich gegenüber der Thatsache, dass der Bogenknorpel in die noch nicht knorpelige Anlage des Rippenfortsatzes kontinuirlich ausläuft und beide nach der Knorpelbildung ebenso kontinuirlich zusammenhängen, ehe in den meisten Fällen die definitive Gliederung eintritt (No. 11 S. 507. 527). Sollen nun bei den Teleostiern Homologa dieser Selachierrippen nachgewiesen werden, so können dabei nur die gleichgelagerten Seitengräten und von diesen nur solche in Frage kommen, welche einen gleichen genetischen Zusammenhang mit den unteren Bögen (mit den oberen Wirbelbögen hängen, soweit mir bekannt, nur die schiefen Gräten zusammen) annehmen lassen. Wie ganz anders Aug. Müller seinen Vergleich begründete, ergibt sich daraus, dass er alle Gräten, die seitlichen und die zwischen diesen und den Wirbelbögen liegenden schiefen, sowie obere und untere Wirbelbögen insgesammt als vom centralen Wirbelkörper ausgehende, unter sich völlig „ebenbürtige“ Wirbelstrahlen auffasst, von denen die in der Stammmuskulatur völlig eingeschlossenen eben Homologa von Rippen seien (No. 18 S. 279—284. 300); dass nur die ganz selbstständig und Wirbelbögen an der Bildung der Wirbelkörper betheiligt sind, die echten Rippen dagegen nur als (abgegliederte) Seitenfortsätze der Bögen, niemals als selbstständige Bildungen auftreten, hat Aug. Müller nicht weiter berücksichtigt. Es handelt sich daher mehr um den gleichen Namen

als die gleiche Sache, wenn ich nach Ausschluss aller sonstigen Gräten nur die oben näher bezeichneten Seitengräten gleichfalls für fähig halte, eventuell mit den Rippen zunächst der Selachier verglichen zu werden.

Was nun die an diesen Vergleich geknüpfte Bedingung des genetischen Zusammenhangs der Seitengräten mit den unteren Bögen betrifft, so lässt sich derselbe für eine Reihe von Seitengräten ziemlich bestimmt ausschliessen, nämlich für diejenigen, welche den sogenannten mittleren Querfortsätzen (Joh. Müller No. 17 I, S. 99, Stannius No. 22 S. 24) ansitzen, also allenfalls zu diesen seitlichen Vorsprüngen des periostalen Wirbelkörperknochens, aber nicht zu den Wirbelbögen in irgend welchen genetischen Beziehungen stehen könnten. Solche bei den Pleuronectiden, Gadiden u. s. w. vorkommenden Seitengräten (vgl. Meckel No. 16 S. 246) dürften daher ebenso wie alle schiefen Gräten Bandverknöcherungnn sein. In dieselbe Kategorie möchte ich diejenigen Gräten stellen, welche an einer und derselben Wirbelsäule bald mit Bogentheilen, bald mit anderen Wirbeltheilen in Verbindung stehen. Es bleiben somit für den Vergleich mit Selachierrippen lediglich die an unteren Bogentheilen aufsitzenden Seitengräten übrig (vergl. Fig. 24), von denen sich zunächst, bis zur genaueren Prüfung ihrer Entwicklung, nur die Möglichkeit jener Homologie aussagen lässt. Doch habe ich an einem Teleostier, Monacanthus penicilligerus, den ich in zwei ganz kleinen Exemplaren untersuchte, solche Gräten angetroffen, welche ihre Rippennatur auf andere Weise mehr als wahrscheinlich machten. Sie bestanden nämlich ebenso wie die unteren Bögen selbst aus Knorpel (Fig. 9, 10), der in einen periostalen Knochen eingeschlossen und von Knochenlamellen durchzogen war, und waren den Bögen durch ein sehr dichtes Gewebe eng angeschlossen. Bandverknöcherungen liegen hier also jedenfalls nicht vor, und da andere selbstständige Skeletstücke an gleicher Stelle bei den Teleostiern und überhaupt allen Vertebraten unbekannt sind, so bleibt wohl kaum etwas anderes übrig als jene „Gräten" von Monacanthus nach ihrer Lage und Beschaffenheit für ursprüngliche Seitenfortsätze der unteren Bögen, also für Homologa der Selachierrippen zu erklären.

6. Die Rippen der Urodelen.

(Hierzu Tafel IX.)

Die ganze Frage nach der Bedeutung und den Homologien der Rippen erhielte einen ganz anderen Ausgangspunkt und eine andere Richtung, wenn sich die zunächst vorläufige Mittheilung von Fick über die Entwickelung der Rippen bei Triton taeniatus (No. 5), welche mir eben durch die Güte des Verfassers zuging, nicht nur bestätigte, sondern die bezüglichen Resultate sich auch verallgemeinern liessen. Ich gebe die interessante Mittheilung hier vollständig wieder.

„Die Rippen gliedern sich nicht, wie Goette meint, von einem Rippenfortsatz ab, sondern sie entstehen selbstständig und treten erst nachträglich mit einem Querfortsatz und mittelbar mit den oberen Bögen in Verbindung. Die erste Anlage einer Rippe findet man als einen aus granulirten Körpern bestehenden Zellhaufen im peripheren Ende eines Myocomma und zwar an derjenigen Stelle, wo sich die Fläche eines Myocomma mit einer der Achse des Thieres parallel laufenden, äusseren Seitenrinne schneidet. Die Elemente dieser ersten Rippenanlage sind die Kerne des intermuskulären Bindegewebes. Während diese granulirten Kerne sich in Knorpel verwandeln, tritt nahe am chordalen Ende der oberen Bogenschenkel ein ähnlicher Zellhaufen gleichfalls im Myocomma auf. Der Zellhaufen entwickelt sich sofort zu einem knorpeligen Querfortsatz und tritt hierauf erst mit dem oberen Bogen in Verbindung. Querfortsatz und Rippen bilden bereits in diesem Stadium ein solides Ganze, das jedoch nur an seinem peripheren und an seinem centralen Ende aus Knorpel, in der Mitte dagegen aus den granulirten Kernen embryonalen Bindegewebes besteht; das Ganze tritt übrigens nicht aus der Ebene des Myocomma heraus. Eine zweite Verbindung zwischen Rippe und oberem Bogen entsteht gleichzeitig dort, abwärts von dem beschriebenen Gebilde und könnte etwa Querspange genannt werden. Gerade an ihr lässt sich am deutlichsten verfolgen, dass die Kerne des intermuskulären Bindegewebes sich zunächst vergrössern, vermehren und hierauf in Knorpelzellen umwandeln, dass also von einem Hervorsprossen aus dem oberen Bogen auch für dieses Gebilde keine Rede sein kann."

Allerdings muss ich Fick darin vollständig Recht geben, dass die Rippen der Molche nicht knorpelige Auswüchse der oberen

Wirbelbögen sind, wie ich früher annahm, sondern aus einem weichen Bildungsgewebe innerhalb der Muskulatur entstehen. Aus eigenen älteren Präparaten — zu einer besonderen Nachuntersuchung fehlt mir eben das Material — ersehe ich aber, dass jene Anlage der (unteren) Rippe und ihres Querfortsatzes an einer c. 1 cm langen Tritonlarve einmal an sich eine kontinuirliche ist und ferner mit dem jungen Knorpel der Bogenbasis ohne Spur einer Trennung zusammenhängt (Fig. 28). Die Anlage besteht nämlich aus zusammengedrängten Bildungszellen, gerade so wie ich die ersten Anlagen der Wirbelbögen und anderer Knorpel antraf (vergl. No. 10 S. 375), der embryonale Knorpel der Bogenbasis aus ebenso dicht gefügten aber grösseren hellen Zellen mit runden und scharf gesäumten Umrissen; es versteht sich daraus leicht die Art des Zusammenhangs, wie ich dieselbe schon früher an den Bögen und Rippen der Selachier geschildert habe (No. 11 S. 507. 527). Die Knorpelbildung beginnt in dieser Anlage allerdings wie Fick angibt, getrennt am vertebralen, mit dem Wirbelbogen zusammenhängenden und am distalen verdickten Ende, um alsdann soweit zusammenzufliessen, dass an der späteren Gelenkstelle ein weniger vollkommenes Knorpelgewebe entsteht (vgl. Fig. 29 r p, g). Es ist möglich, dass Fick, was aus seiner kurzen Mittheilung nicht vollständig zu entnehmen ist, im Grunde dieselben Beobachtungen machte, aber die weiche Anlage nicht weiter berücksichtigte, sondern die Angaben über die Diskontinuität der Anlagen der Rippe und ihres Querfortsatzes lediglich auf die Knorpelbildung bezog. Dieser letzteren Erscheinung kann ich aber nach allem, was ich von den ähnlichen Bildungen der Fische mitgetheilt, das Gewicht nicht zugestehen, welches, wie mir wenigstens scheint, Fick ihr zuschreibt: der genetische Zusammenhang von Rippe, Querfortsatz und Wirbelbogen wird dadurch meines Erachtens nicht aufgehoben, sondern nur die kontinuirliche weitere Umbildung ihrer Anlagen. Auch scheint es mir nicht unwichtig, bei der Frage nach der genetischen Bedeutung der Urodelenrippen auf die Rippenbildung bei noch tiefer stehenden Vertebraten, nämlich der Selachier zurückzugreifen, von welcher ich hier Abbildungen hinzufüge (Fig. 26. 27), um meine frühere Beschreibung dieser Rippen als seitlicher Fortsätze der unteren Wirbelbögen (a. a. O.) zu rechtfertigen. Es wächst auch dort, wie erwähnt, die Rippe oder der Rippenfortsatz nicht als fertige Knorpelbildung aus dem Wirbelbogen hervor, sondern

wird durch einen Strang von Bildungsgewebe angelegt, in welchen der Knorpel des Bogens ununterbrochen ausläuft und welcher anfangs vertebral dichter und dicker ist als distal, wo er sich also etwas langsamer oder später entwickelt. Eine solche Bildung glaube ich aber mit vollem Recht als Fortsatz des Bogens, der ja vorher aus demselben Gewebe bestand, bezeichnen zu dürfen, um so mehr, als durch die darauf folgende Knorpelbildung dieser Rippenanlage jede Grenze zwischen ihr und dem Bogen sei es zeitweilig oder dauernd schwindet, letzteres namentlich an den kurzen Rippenfortsätzen der ersten Schwanzwirbel von Scyllium (No. 11 S. 506. 508). Die diskontinuirliche Knorpelbildung an den Bögen und Rippen der Urodelen würde sich also im Hinblick auf jenes Verhalten der gleichen Theile bei den Selachiern als eine ebensolche sekundäre Abänderung darstellen, wie die getrennte Knochen- und Knorpelbildung der Bogenstümpfe und Pleuralbögen mancher Teleostier, welche nicht nur in einer einheitlichen reichen Anlage erfolgt, sondern phyletisch auch von einem einfachen knorpeligen Bogen abgeleitet werden muss, wie er ontogenetisch noch bei Esox vorkommt (s. S. 143).

Im übrigen werden aber durch die Beobachtungen und Ansichten Fick's die von mir behaupteten Homologien der Rippen nicht im geringsten berührt. Ja, wollte man ihm vollständig und ohne die von mir hervorgehobene Einschränkung beipflichten, so würde dadurch in noch viel schärferer Weise meine Ansicht bestätigt werden, dass die Rippen keinenfalls untere Bögen sind und ihre Entwicklung lediglich durch die Anordnung der Stammmuskeln, bez. durch die Bildung und Lage ihrer Scheidewände bedingt werden, wie ich dies in der Abhandlung über das Wirbelsystem der Selachier eingehender auseinandergesetzt habe (No. 11 S. 510 ff.).

Da Fick's Mittheilung mich nun einmal veranlasst hat, hier anhangsweise von den Rippen der Urodelen zu sprechen, so erlaube ich mir, hier noch gleich die Abbildungen über die Doppelanlagen derselben Rippen, welche bereits jahrelang in meinem Pult ruhen, dem „nonum prematur in annum" zu entreissen, insbesondere da Fick über diese Bildung auffallenderweise schweigt. Meine oben mitgetheilten Bemerkungen beziehen sich auf die zuerst entstehende untere Rippe; die obere entsteht, soweit ich sehe, in derselben Weise, nur in einer anderen Länge (Fig. 29), wie ich es ausführlich am andern Ort (No. 10 S. 397—399) von Triton und Sala-

mandra beschrieben habe. Die erste Andeutung über diese Doppelbildung finde ich bei Aug. Müller (No. 18 S. 302), welcher kurz angibt, dass die Querfortsätze und Rippen den Urodelen doppelt angelegt seien und alsbald je zu einem Stück verschmelzen. Die Kürze dieser Mittheilung und der Mangel begleitender Abbildungen werden wohl die Ursache gewesen sein, dass dieselbe bisher von allen mit diesem Gegenstand beschäftigten Forschern unbeachtet blieb, so wie sie auch mir früher entgangen war, sodass ich jene Thatsache nicht nur für mich allein neu entdeckte. Jetzt will ich sie also bestätigen und durch meine Abbildungen (Fig. 29—35) erläutern. Es bliebe nur noch hinzuzufügen, dass die Doppelbildung auch noch an manchen erwachsenen Urodelen kenntlich bleibt, wie z. B. bei Salamandrina perspicillata (vgl. Wiedersheim No. 24 Taf. V) und bei Menopoma. Wenigstens zeigen die Querfortsätze von Menopoma (Fig. 35) bis in den Schwanz hinein eine Längsfurche, während die rudimentären letzten Rumpf- und die Schwanzrippen[1]), aber nicht die Sakralrippe, dieselbe entbehren und wahrscheinlich grösstentheils auch nur einfach angelegt sind, wie ich es von den hintersten Rippen der Tritonen und Salamander angab. — Was Fick aber unter der „zweiten Verbindung zwischen Rippe und oberem Bogen" oder seiner Querspange versteht, ist mir nicht klar geworden. Die Knochenspange, welche ich schon früher beschrieben habe (No. 10 S. 399), kann es nicht sein; denn diese verbindet den

1) Bekanntlich hat Claus vor Kurzem die schon früher von verschiedenen Autoren behauptete Anwesenheit von Rippen an solchen Schwanzwirbeln, welche zugleich untere Bögen tragen, bei Amphibien und Amnioten von neuem bestätigt und daraufhin die völlige Verschiedenheit jener beiden Skelettheile gegen Gegenbaur behauptet (No. 4). Dass Claus bei der Reproduktion aller früheren bezüglichen Angaben die meinigen über Menopoma (No. 10 S. 430) mit Stillschweigen überging, hätte mich zu keiner weiteren Bemerkung veranlasst; meine Beobachtung an sich hatte unter den mehren anderen keinen besonderen Werth. Dagegen muss ich mein Prioritätsrecht in Bezug auf die Verwerthung dieser Thatsachen als unwiderleglicher Zeugnisse gegen die bekannte Auffassung Gegenbaur's wahren; denn andernfalls würde ich den seltsamen Vorgang gutzuheissen scheinen, dass nachdem die von mir zuerst begründeten Ansichten die abfällige Kritik Gegenbaur's erfahren, ihre endliche Anerkennung einem Dritten ohne Widerspruch zu Theil würde, lediglich desshalb, weil derselbe meine Arbeit mit Stillschweigen überging.

(unteren) Querfortsatz mit dem Wirbelkörper (Fig. 30. 31) und ist niemals knorpelig. Ich möchte daher vielmehr vermuthen, dass, da Fick nur von einer Rippenanlage spricht, er die Doppelanlage nur auf ein gabeliges Ende einer einfachen Rippe bezogen habe; dann könnte das vertebrale Ende der unteren Rippe seine knorpelig präformirte „Querspange" vorstellen (vgl. Fig. 29).

Litteraturverzeichniss.

1. Agassiz et Vogt, Anatomie des Salmones (Extrait du III. volume des Mémoires de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel).
2. v. Baer, Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte d. Fische u. s. w
3. Cartier, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Wirbelsäule in: v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XXV. Suppl. 1875.
4. Claus, Beiträge zur vergleichenden Osteologie der Vertebraten aus: Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, LXXIV. Bd. 1. Abth. 1876.
5. Fick, Ueber die Entwickelung der Rippen und Querfortsätze bei Amphibien, in den Sitzungsberichten der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Naturwissenschaftliche Section. Sitzung v. 26. Juni 1878.
6. Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule bei Amphibien und Reptilien.
7. Derselbe, Ueber die Entwickelung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend-anatomischen Bemerkungen, in: Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft Bd. III.
8. Derselbe, Einige Bemerkungen zu Goette's Entwickelungsgeschichte der Unke u. s. w. in: Gegenbaur, Morphologisches Jahrbuch I.
9. Derselbe, Grundriss der vergleichenden Anatomie 1878.
10. Goette, Entwickelungsgeschichte der Unke.

11. Derselbe, Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystems der Wirbelthiere. II. Die Wirbelsäule und ihre Anhänge. 2. Die Ganoiden. 3. Die Plagiostomen, in: Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XV.

12. Hasse und Schwarck, Studien zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule u. s. w., in: Hasse, Anatomische Studien.

13. Kölliker, Untersuchungen über das Ende der Wirbelsäule der lebenden Ganoiden und einiger Teleostier.

14. Derselbe, Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier u. s. w. in: Abhandlungen herausgegeben von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft zu Frankfurt Bd. V.

15. Lotz, Ueber den Bau der Schwanzwirbelsäule der Salmoniden u. s. w. in: v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift f. wiss. Zoologie Bd. XIV.

16. Meckel, System der vergleichenden Anatomie Bd. II. 1.

17. Joh. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. I. Osteologie und Myologie. III. Vergleichende Neurologie der Myxinoiden.

18. Aug. Müller, Beobachtungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule in: J. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin 1853.

19. Wilh. Müller, Beobachtungen des pathologischen Instituts zu Jena. I. Ueber den Bau der Chorda dorsalis in: Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft Bd. VI.

20. Rathke, Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Blennius viviparus oder des Schleimfisches, in: Abhandlungen zur Bildungs- und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Thiere II.

21. Derselbe, Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere.

22. Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. I. Die Fische. 1854.

23. Vogt, Embryologie des Salmones.

24. Wiedersheim, Salamandrina perspicillata und Geotriton fuscus.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel VII, VIII und IX.

Allgemeine Bezeichnungen.

a Aorta.
b k Aufgelagerter Bindegewebsknochen.
c Chorda (Gallertkörper).
cs Innere oder kutikulare Chordascheide.
cs' Aeussere Chordascheide und knöcherner Doppelkegel des Wirbelkörpers.
d Darm.
e elastisches Längsband und oberer Wirbelkanal.
h Hämalfortsatz.
i Interkalarbogen.
i u Intervertebralring (äussere Chordascheide.)
i u' Intervertebraler Wulst der inneren Chordascheide.
k k Kaudalkanal und seine Fortsetzung im Rumpfe.
m, m' Obere und untere Hälfte der Stammmuskulatur.
m s Horizontale Grenze zwischen denselben.
n Nieren.
o b Oberer Wirbelbogen.
r Rückenmark und Rückenmarkskanal.
r p Rippe.
s Sehnenhaut.
sp, sp' Oberer und unterer Dornfortsatz.
u b Unterer Wirbelbogen (Spinalbogen).
u b' Unterer Bogenstumpf.
u b'' Pleuralbogen.
v Schwanzvene und ihre Fortsetzung im Rumpfe.

Tafel VII.

Fig. 1—8 von Esox lucius, 1. 2 von 3 cm, 3—6 von 7 cm Länge, 7. 8 von erwachsenen Thieren.

Fig. 1 und 2. Querdurchschnitte durch Rumpfwirbel, 1. durch den Interkalarbogen, 2. durch die Bogenbasis.

Fig. 3. Horizontaler Durchschnitt durch die Mitte eines Wirbelkörpers, b dem Intervertebralring aufgelagerte Sehnenmasse, c natürlich geschrumpfter Gallertkörper.

Fig. 4. Querdurchschnitt durch einen Wirbelkörper, b Bindegewebe zwischen Sehnenhaut und Knochen, c natürlich geschrumpft.

Fig. 5. Die zwei letzten Rumpfwirbel (1. 2) mit Pleuralbögen und der erste Uebergangswirbel mit einfachem untern Bogen (3.)

Fig. 6. Ende eines Pleuralbogens, k die Schleife des weichen Knorpelstranges, f die fibröse Hülle desselben.

Fig. 7. Horizontaler Durchschnitt durch die Mitte eines Wirbelkörpers, b den Intervertebralring bedeckende Sehnenmasse, c geschrumpfte Reste des Gallertkörpers, die Zwischenräume der aufgelagerten Knochenlamellen sind mit Knochenmark gefüllt.

Fig. 8. Querdurchschnitt durch einen Rumpfwirbel im Bereich des mit dem Wirbelbogen verwachsenen Interkalarbogens (i), zwischen den Knochenlamellen b k befindet sich Marksubstanz, x Fettkörper über dem Rückenmarke.

Fig. 9—11 von Monacanthus penicilligerus (3 cm).

Fig. 9. Querdurchschnitt durch den Hinterrumpf, o h Oberhaut, die Zwischenräume der Knochenlamellen b k mit Knorpel gefüllt.

Fig. 10. Querdurchschnitt aus dem Vorderrumpf.

Fig. 11. Querdurchschnitt dicht hinter dem Kopf, g unvollkommene Gliederung des oberen Wirbelbogens.

Fig. 12. 13 von Salmo salar.

Fig. 12. Senkrechter Längsdurchschnitt durch die embryonale Chorda, b Vakuolen, a x Axenstrang des Darmblattes.

Fig. 13. Flächenansicht der äusseren Chordascheide von einem ausgeschlüpften Lachsjungen, k die ersten Splitter ossificirter Substanz, b Saum der knorpeligen Bogenbasis.

Tafel VIII.

Fig. 14—20 von Salmo salar, 14—19 von 2—3 cm, 20 von c. 10 cm Länge.

Fig. 14. Untere Bögen aus der hinteren Rumpfhälfte ganz im Profil gesehen, 1. weiter vorn, u b'' ganz knorpelig und im Zusammenhang mit u b', b schildförmige hintere Ausbreitung der Bogenbasis, 2. weiter hinten, u b'' in weicher Anlage, mit u b' nur durch den Bindegewebsstrang f verbunden, g Gefäss, b wie vorher.

Fig. 15. Untere Bögen der hintersten Rumpfwirbel, in natürlicher Lage von der Seite gesehen, b, f wie in Fig. 14.

Fig. 16—19. (Halbschematisch.) Querdurchschnitte durch den ersten Schwanzwirbel (16), den letzten Rumpfwirbel (17) und zwei weiter vorn gelegene Rumpfwirbel (18. 19).

Fig. 20. Untere Bögen der zwei letzten Rumpfwirbel (1. 2) und des ersten Schwanzwirbels.

Fig. 21. (Halbschematisch.) Querdurchschnitt durch einen Uebergangswirbel am hinteren Rumpfende von einem jungen Hecht, f Afterflosse.

Fig. 22, 23 von Anguilla vulgaris (7 und 25 cm).

Fig. 22. Untere Bögen des letzten Rumpfwirbels (1) und der zwei ersten Schwanzwirbel (2. 3), x verbreiterte Basis des Spinalbogens.

Fig. 23. Letzter Rumpfwirbel (1) und erster Schwanzwirbel (2), b knöchernes Wirbeldach, x wie in Fig. 22.

Fig. 24. Rumpf- und Schwanzwirbel von Echeneis naucrates, gr Seitengräten, f Rückenflosse, f' Afterflosse.

Fig. 25. Querdurchschnitt eines hinteren Wirbels von Chiromectes sp., b knorpelartige Substanz zwischen den Knochenlamellen bk.

Taf. IX.

Allgemeine Bezeichnungen.

c Chorda (Gallertkörper).
c s' Aeussere Chordascheide.
f t Foramen transversarium zwischen den Doppelanlagen der Querfortsätze und Rippen.
f t' Foramen transversarium zwischen dem unteren Querfortsatz und dem Wirbelkörper.
g, g' Oberes und unteres Rippengelenk.
il Darmbein.
kb Sekundäre Knochenbrücke zwischen Querfortsatz und Wirbelkörper.
ob Oberer Wirbelkörper.
q, q' Oberer und unterer Querfortsatz.
q'' Die beiden in eins verschmolzenen Querfortsätze.
rp, rp' Obere und untere Rippe.
rp'' Die beiden in eins verschmolzenen Rippen.
rk, rk' Oberer und unterer Rippenknorpel.
ub Unterer Wirbelbogen.

Fig. 26. Querdurchschnitt durch die Mitte eines Embryo von Torpedo ocellata (55 mm), m, m' obere und untere Stammmuskelhälfte, r Rippenanlage, gl Spinalganglion, sn Spinalnervenstamm.

Fig. 27. ub und r aus der vorigen Figur stärker vergrössert.

Fig. 28, 29 von Triton taeniatus.

Fig. 28. Horizontaldurchschnitt der unteren Rippenanlage von einer c. 1 cm langen Larve, m Muskeln.

Fig. 29. Rippenanlage einer grösseren Larve frei herauspräparirt.

Fig. 30—34 von Larven der Salamandra maculosa.

Fig. 30. Erste Rippenanlage frei präparirt und im optischen Durchschnitt gesehen, der Wirbelkörper z. Th. nach einem andern Durchschnitt ergänzt. k Knorpelverkalkung, rk' umgelegt gezeichnet.

Fig. 31—33. Dritte, fünfte und siebente Rippenanlage frei herauspräparirt.

Fig. 34. Rippenanlage des Kreuzbeinwirbels.

Fig. 35. Hintere Rumpf- und vordere Schwanzwirbel von Menopoma alleghaniense, sp obere Dornfortsätze.

Studien über Protozoen des nördlichen Russland.

Von

C. von Mereschkowsky

aus St. Petersburg.

Hierzu Tafel X und XI.

In Folge der Unterstützung seitens der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft, für welche ich derselben meinen innigsten Dank hier zu erklären mich verpflichtet fühle, war es mir möglich während der Sommermonate 1876 und 1877 zwei Reisen nach dem Weissen Meere auszuführen. Dort machte ich eine reiche Sammlung, die ich allmählich zu bearbeiten und deren gewonnene Resultate dem entsprechend zu veröffentlichen hoffe. Einiges (Hydroiden, Spongien, Würmer) ist schon bearbeitet und theils veröffentlicht, theils im Drucke. In dem VIII B. der Arbeiten der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft habe ich alle von mir gefundenen, sowohl schon bekannten, als neuen Süsswasser- und Meeres-Infusorien, im Ganzen etwa 150 Arten, beschrieben. In der vorliegenden Arbeit will ich fast ausschliesslich die neuen von mir gefundenen Formen beschreiben und dann die allgemeinen Schlüsse, zu denen ich gekommen bin, mittheilen. Es schien mir nämlich ganz besonders wichtig und interessant zu entscheiden, ob wirklich die Protozoenfauna verschiedener Meere so gleichförmig sei, als es verschiedene Forscher anzunehmen geneigt sind. So beschränkt auch das von mir untersuchte Gebiet ist, erlaubt es doch eine solche An-

sicht ganz entschieden zu verwerfen. Wie es weiter sich erweisen wird, hängen die Infusorien ebenso von den äusseren Existenzbedingungen ab, wie alle höheren Thiere, und ich hoffe, dass mit den weiteren Fortschritten unserer Kenntnisse die Protozoen sich ebenso gut, wie alle übrigen Organismen zur Lösung verschiedener zoogeographischen Fragen verwenden lassen werden.

Cothurnia nodosa Clap. et Lachm.

Cothurnia nodosa Clap. et Lach. Et. s. l. Inf. p. 123, pl. III, Fig. 5.
Taf. X, Fig. 1—5.

Diese rein nördliche Art ist weit im Weissen Meere verbreitet und bietet sowohl hinsichtlich der Form der Schale und der Anschwellung des Stieles, als der Länge derselben grosse Variationen dar. Zunächst muss ich hervorheben, dass ich kein einziges Individuum fand, bei dem die Anschwellung ausserhalb der Schale liegt, wie dies Claparède und Lachmann beschreiben, vielmehr befand sie sich immer innerhalb derselben an deren Boden, und stellte im Wesentlichen nur eine Verbreitung des Stieles, der den Körper selbst trägt (vgl. Taf. X Fig. 1—5) dar. Was die Form der Anschwellung betrifft, so muss ich bemerken, dass Cothurnia nodosa des Weissen Meeres in dieser Beziehung eine besondere Varietät vorstellt, bei der die letztere nicht oval und rundlich, sondern von dreieckiger oder pyramidaler Gestalt ist; der Grund des Dreieckes resp. der Pyramide ruht auf dem Boden der Schale. Viel seltener begegnet man Exemplaren mit runder Anschwellung, und ebenso ist die für Norwegen charakteristische wellige Oberfläche der Schale sehr selten, meistens ist sie im Gegentheil ganz glatt. Der Boden selbst ist entweder regelmässig zugerundet (s. Fig. 1 und 3), oder umgekehrt etwas verengert und ausgezogen (s. Fig. 2, 4, 5). Endlich kann der die Schale tragende Stiel entweder sehr kurz, viel kürzer als ein Viertel der sämmtlichen Länge sein, oder, wie es gewöhnlich vorkommt, beträgt die Länge desselben ein Viertel der letzteren, oder — und das kam nur einmal zur Beobachtung — kann der Stiel die Länge der Schale sogar um eine Hälfte übertreffen (s. Taf. X Fig. 5).

Von allen diesen Variationen ist bei Claparède und Lach-

mann Nichts erwähnt, und daraus kann man schliessen, dass solche Formen an der norwegischen Küste nicht vorkommen und dass diese Art in einem mehr polaren Meere, wie das Weisse, sich schon bedeutend verändert hat.

Die Taf. X, Fig. 1—5 zeigt die grosse Mannigfaltigkeit der Formen, denen wir im Weissen Meere begegnen, die Alle, wie ich glaube, zu einer Art zu zählen sind. Hier sehen wir sowohl runde als dreieckige Verdickungen des Stieles mit einem conischen oder runden Boden der Schale, wir bemerken auch sowohl lange (Varietas longipes Fig. 5), als kurze Stiele; endlich variirt die Form der Schale selbst, die Ränder ihrer Mündung z. B. sind zuweilen ein wenig umgebogen (s. Fig. 3).

Die Länge eines typischen Exemplars = 0,09635‴, die Länge der Varietas longipes = 0,1856‴, die grösste Breite = 0,03525‴, die Länge des Stieles = 0,0846‴, bei andern Varietäten erreicht die Länge der Schale bis 0,1057‴.

Fundort: Weisses Meer. 1. Solowetzky-Inseln, unweit der Kloster-Bucht, pelagisch (auf der Oberfläche), auf den Conferven, die typische Claparèdesche Form (28. Juni 1877). 2. Eine eben solche typische zwischen Solowetzky-Inseln und Kem, 35° 25′ ö. L., an der Tiefe von 12 Faden, steiniger Boden, an Hydroiden. 3. Der Onega-Busen, unweit Kem, bei der Insel Kiljakoff, an der Tiefe von 5 Faden, schlammiger Boden (5. Juli 1876), an einem Hydroide (varietas longipes). 4. Onega-Busen, seine südöstliche Küste, an der Tiefe von 12 Faden, Boden schlammig und steinig, an einer rothen Alge (10. Juli 1876). 5. Im Weissen Meere zwischen Morschowetz und Ponoi, an der Tiefe von 20 Faden, Boden-Gerölle, an Sertularia abietina (28. Juni 1876).

Ist von Clap. und Lachm. in Norwegen, unweit Christiania, gefunden.

Ausserdem fand ich einige Exemplare derselben Art auf einem Grönländischen Eudendrium sitzend. Der Stiel des Körpers war fast ganz unmerklich, er sass unmittelbar auf einer ovalen Anschwellung, der Stiel der Schale war sehr kurz. Die sämmtliche Länge des Thierchens = 0,094‴, die grösste Breite = 0,0352‴.

Cothurnia arcuata, nova species.

Taf. X, Fig. 8, 8a.

Die Schale ist cylindrisch, bogenförmig gekrümmt, so dass

ihre runde Mündung in einer schiefen, zur Körperaxe geneigten Fläche sich befindet. Ihre Oberfläche ist unglatt, wellig, darum auch der Contour wellig. Die Schale ist mittels eines kurzen Stieles befestigt, der annähernd ein Drittel der Körperlänge beträgt. Unten erweitert sich der Stiel kegelförmig und damit wird er an fremde Gegenstände befestigt. Der Körper selbst hat eine birnförmige, verlängerte Gestalt (d. h. im Zustande der Contraction, und nur in solche hatte ich Gelegenheit das Thierchen zu beobachten), mit einem kleinen Zapfen am Gipfel. Nach unten verengert er sich allmählich und befestigt sich endlich an den Boden der Schale ohne Vermittlung eines eigentlichen Stieles. Auf der Taf. X Fig. 8a ist ein Bild dargestellt, das bei starker Vergrösserung hervortritt. Die dicke Schalenwand wird gleichsam von einem Säulchen durchsetzt, das entweder eine Fortsetzung des Körpers, oder eine Art kurzen Stiel vorstellt. Das Stielchen aber der Schale selbst, wie es dieselbe Zeichnung deutlich macht, erweitert sich gar nicht nach oben und wird scharf vom kurzen Säulchen geschieden. Die Schale ist farblos. Die Länge der Schale ohne Stiel = 0,06 ", die Breite derselben = 0,025"', die Länge des Stieles = 0,012"'.

Ich beobachtete diese Art nur in einem einzigen Exemplare.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, an der Küste.

Vorticella Pyrum, nov. sp.

Taf. X, Fig. 31, 32.

Der Körper dieser eigenthümlichen Vorticelle besteht aus einem birnförmigen, oben stark angeschwollenen, nach unten rasch sich verengernden Theile und einem kurzen und breiten Cylinderchen, das dem ersten aufsitzt und ein ziemlich enges und gar nicht umgebogenes Peristom bildet. Der Form nach ist sie Epistylis coarctata, Cl., Lach. sehr ähnlich[1]). Das eben erwähnte Cylinderchen trägt oben einen Büschel Wimperhaare. Der Körper ist an der ganzen Oberfläche ziemlich deutlich quer gestreift; die Cuticula, obwohl dünn, ist doch, dank ihrem doppelten Contour, deutlich sichtbar. Der Inhalt besteht, ausser feinen Körnchen, noch aus einer grossen Zahl Fetttropfen, die nicht nur den Nu-

1) Claparède et Lachmann. Etudes etc. P. I., p. 113.

cleus, sondern auch die Vacuole selbst zu beobachten hindern. Bei der Contraction des Thieres, wird das cylindrische Röhrchen hineingezogen, der Körper aber selbst behält seine birnförmige Gestalt, nur zieht er sich etwas zusammen, folglich sich der Kugelform ein wenig nähernd. Der Stiel ist verhältnissmässig ziemlich dick, sein Muskel ist breit und bietet nur wenige zickzackförmige Biegungen dar. Seine Länge ist unbedeutend; bei der Contraction legt er sich in Ringe zusammen. Die Länge des Thieres im Zustande der Contraction = 0,024‴, die Länge des Stieles = 0,06‴.

Diese Vorticelle, die ich in Meereswasser gefunden hatte, wird sehr leicht von allen übrigen durch ihren stark aufgeblähten, birnförmigen, oben mit einem kurzen Cylinderchen versehenen Körper unterschieden. Man trifft sie sehr oft, aber stets einzelweise.

Fundort: Solowetzky-Inseln, neben dem Kloster, auf Algen und Hydroiden, 21. Juni 1877.

Zoothamnium marinum, n. sp.

Taf. X, Fig. 36.

Diese Art ist die gewöhnlichste der Zoothamnien des Weissen Meeres, findet sich an Algen, Hydroiden und Bryozoen.

Die Körperform ist unregelmässig kegelförmig. Eine Seite (in Bezug auf den Stock — die innere) ist höher, so dass das Peristom zur Axe des Stammes schief gestellt ist, oder, mit andern Worten, beschreibt die Axe des Thieres einen Bogen.

Das Peristom ist wenig umgebogen, der Wimperdiscus desselben erhebt sich ziemlich hoch über dem letzteren; wenn das Thier sich contrahirt, so nimmt sein Gipfel entweder eine zugerundete Gestalt an, oder, falls die Zusammenziehung eine schwächere ist, bleibt dort noch ein enges Röhrchen übrig. Gewöhnlich schrumpft während der vollständigen Contraction das Körperparenchym am oberen Ende zusammen; es bildet sich hier eine Reihe regelmässiger Falten oder tiefer Runzeln, welche strahlenförmig von der Mitte einer kleinen Vertiefung ziehen, aus der noch zuweilen, wie oben erwähnt, ein kleines Röhrchen hervorragt. Diese Runzeln machen bei gewisser Lage des zusammengezogenen Thieres den Eindruck einer Reihe Zacken, die den oberen Rand des Körpers einfassen;

doch liegen in Wirklichkeit keine Zacken, sondern nur Falten, im Profil betrachtet, vor. Der Oesophagus ist bei Z. marinum stark entwickelt, der Körper ganz glatt, ohne Streifen, der Inhalt feinkörnig. Der Nucleus ist nicht gross, regelmässig oval und neben dem Oesophagus, höher als die Mitte des Körpers, nahe der Wand des letzteren gelegen. Ein solcher nicht bandförmiger Nucleus unterscheidet ganz scharf die zu betrachtende Art von allen anderen benannten marinen Arten derselben Gattung und dadurch nähert sie sich auch etwas der Süsswasserform Z. Aselli. Der Stamm des Stockes ist lang, nicht gestreift und nicht gegliedert; er verästelt sich regelmässig dichotomisch, so dass der Stock meistens eine gerade Zahl Thiere und namentlich am öftesten 4, zuweilen 8, ein Mal sogar 12, trägt. Der Stielmuskel ist breit und hört nach unten sehr früh auf, so dass ein nicht unbeträchtlicher Theil des Stieles des letzteren entbehrt. Wenn Z. marinum in dem Jugendzustande nur aus einem einzigen Thiere besteht, so ist es durch kein Merkmal von Epistylis zu unterscheiden; dann können wir nur durch die Entwicklungsgeschichte oder den Vergleich mit ein wenig älteren Individuen, bei denen der Stiel aus einem muskellosen und einem anderen Theile besteht, die Täuschung vermeiden und uns überzeugen, dass wir mit keiner Epistylis, sondern mit einem Zoothamnium zu thun haben. Leider unterliess ich Messungen auszuführen.

Ich fand es sehr oft unweit der Solowetzky-Inseln pelagisch, auch ein Mal bei Sajatschy-(Hasen-)Inseln, an der Tiefe von 12 Faden, an Hydroiden (Campanularia, Sertularia).

Fundort: 1. Solowetzky-Inseln, an geringen Tiefen von 3 Faden, an ptilota, plumosa und pelagisch. 2. Sajatschy-Inseln, gegen Andrejewsky-Skit, an Hydroiden, an der Tiefe von 12 Faden, Grundsschlamm und Schalen. 3. Onega-Busen, bei Kiljaki (Inseln), unweit von Kem, Tiefe 5 Faden, Grundsschlamm, an Hydroiden (5. Juli 1876)[1]).

1) Obwohl ich aus dieser Lokalität das Z. marinum nur als Spiritusexemplar beobachtete, liess doch die Art der Verästelung, der Stiel, der Muskel, kurz — alle Merkmale keinem Zweifel Raum, dass uns die genannte Art vorläge, um so mehr, da ausser ihr im Weissen Meere nur noch Z. marinum vorkommt. Messung der Spiritusexemplare: Diameter des Thieres = 0,0535‴; Breite des Stieles = 0,0094‴.

Epistylis Balanorum n. sp.

Taf. X, Fig. 37, und Taf. XI, Fig. 17.

Die Körperform ist cylindrisch, nach unten sich ein wenig allmählich verschmälernd (Taf. X, Fig. 37). Man kann in ihm den unteren grösseren Theil und den oberen oder die Krone unterscheiden. Der letztere wird von dem ersten durch eine ringförmige Einschnürung abgetheilt und besteht selbst aus vier Theilen oder Etagen. Die ersten drei Etagen stellen nichts anderes, als ziemlich dicke und breite Ringe vor, von denen zwei obere zum Wimperdiscus gehören und zwei Reihen Wimperhaare tragen, der dritte aber und untere Ring werden von dem leicht umgebogenen Peristom gebildet und tragen keine Borsten. Der oberste Theil des Trichters endlich besteht aus einem niedrigen Kegel mit breitem Grunde und gleich einem Dörnchen zugespitzten Gipfel. Wenn das Thier sich zusammenzieht (Taf. X, Fig. 17), so wird die Krone sammt dem Dörnchen ins Innere des Körpers hineingezogen und aussen bleibt nur die unterste Etage oder der Rand des Peristoms, welcher aber nicht umgebogen bleibt, sondern sich verengernd ein kleines Röhrchen oder Säulchen bildet, das niemals eingezogen wird. Das Parenchym, an den Rändern ziemlich durchsichtig, ist im Innern durch eine Menge feiner und gröberer Körner, sowie runder, stark lichtbrechender Kügelchen (wahrscheinlich Fetttropfen) getrübt. Ausserdem sind, wenn auch undeutlich und nicht zu jeder Zeit, grosse Kugeln, wahrscheinlich Nahrungsklümpchen sichtbar. Der Körper ist von einer deutlichen, doppelt conturirten Cuticula umgeben, keine Streifen sind an ihm bemerkbar. Im Innern, in der Mitte des Körpers, sieht man einen grossen, langen, bandförmigen Nucleus, der an den Enden ein wenig verbreitert, hufeisenförmig gebogen, und zur Körperaxe schief gelegen ist. Der Stiel ist ziemlich lang, von mässiger, an der ganzen Länge gleicher Breite, weder gegliedert, noch gestreift, ohne einen Centralcanal. Der Stock besteht aus nur wenigen Individuen und ist mehr oder weniger regelmässig dichotomisch verästelt.

Die Länge eines Stockes aus zwei Individuen = 0,15‴; die Länge des Thieres im ausgestreckten Zustande = 0,051‴, die grösste Breite = 0,027‴, die Breite des Stieles = 0,001‴.

Diesem ausserordentlich schönen Thierchen begegnet man

massenhaft, aber ausschliesslich an den Kiemen der Balanen, wo es zuerst von Pr. Wagner bemerkt wurde, der es mir zur Untersuchung überliess. Von da an fanden wir es mehrmals.

Ihrem kegelförmigen Dorne nach steht diese Art der E. umbillicata Clap. Lachm.[1]) nahe, die von ihm und d'Udekem im süssen Wasser gefunden war[2]). Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass es mir auch im Onega-See gelungen ist, eine Epistylis mit langem Körper, kurzem verzweigten Stiele und einem Gipfeldorne zu finden; leider war es mir nicht möglich, diese Form näher zu untersuchen und ihre Art zu bestimmen.

Fundort: Umgebung der Solowetzky-Inseln, an den Kiemen der Küsten-Balanen, in Fülle.

Tintinnus Ussowi, n. sp.

Taf. X, Fig. 40.

Ziemlich oft ist mit T. inquilinus im Weissen Meere eine höchst schöne und elegante Form zu finden, die ich Dr. M. Ussow zu Ehren Tintinnus Ussowi nenne.

Der Form nach ist die Schale sehr beträchtlich verlängert und ihre Breite verhältnissmässig unbedeutend, so dass das Verhältniss der grössten Breite zur Länge nur $^1/_{13}$ ausmacht. Beim ersten Anblick scheint die Schale an dem grössten Theile ihrer Länge einen ganz regelmässigen Cylinder zu bilden, der unten in einen zugespitzten, kegelförmigen Dorn ausläuft; doch verhalten sich in Wirklichkeit die Dinge anders, namentlich ist der Diameter am obern Ende etwas grösser, als am unteren, im Verhältniss von 6 : 5, so dass die Schale keinen regelmässigen Cylinder, sondern einen regelmässigen, stark ausgezogenen Kegel darstellt. Am unteren Ende verengert sich die Schale ziemlich rasch und läuft dann in einen sich sehr allmählich verjüngenden kegelförmigen Dorn aus, der am Ende zugespitzt ist und eine Fortsetzung der Schalenaxe vorstellt. Der obere Theil aber der Schale, etwa ein Drittel derselben, zeigt höchst zierliche, regelmässig geordnete Ringe, die von kleinen Zähnen und mit diesen alternirenden runden Ausschnitten gebildet werden. Solche wegen der Feinheit und Regelmässig-

1) Etudes etc. p. 13, Pl. VII, Fig. 7.

2) d'Udekem. Description des Infusoires dé la Belgique. Mém. de l'Acad. de Belg. 1862.

keit der Zähne höchst elegante Ringe giebt es etwa 12—15, nicht mehr; die Ringe, die dem Ende näher sind, sind auch mehr ausgebildet, mit längeren Zähnen, tieferen Einschnitten und kleineren Abständen zwischen einander, während an den hintersten Ringen die Zähne sehr schlecht entwickelt sind. Die Ränder der Mündung sind ein wenig nach aussen umgebogen, und da jeder Ring nur die Stelle der früheren Mündung bezeichnet, die ebenso ein wenig umgebogen war, so sind auch die Ränder der Schalenmündung, dort wo die Ringe sich befinden, ein wenig gekerbt. Die Schale ist ganz durchsichtig und farblos.

Was das Thier selbst betrifft, so unterscheidet es die Form gar nicht vom T. inquilinus: wir begegnen hier derselben Cylinderform, die oben abgeschnitten und mit Wimperhaaren versehen ist, unten aber in einen Kegel übergeht, durch welchen der Körper sich mit dem Stiele vereinigt; der Stiel hat dieselbe Form und ebenso befestigt er sich nicht am Boden der Schale, sondern an ihrer Seitenwand, ungefähr an der Stelle, wo die Schale sich zum untern Kegel verengert. Dies sah ich bei allen, ziemlich zahlreichen Exemplaren, die mir zur Beobachtung kamen.

Wegen der ungewöhnlichen Länge der Schale und des verhältnissmässig kleinen Stieles kann das Thier aus der Schale nach aussen sich nicht entfalten, und somit ist ihm die Bewegung auch unmöglich geworden. So glaube ich den Umstand erklären zu müssen, dass es mir niemals freischwimmenden Exemplaren zu begegnen gelang, — alle, die ich beobachtete, blieben, sich zum höchst möglichen Grade ausstreckend, dennoch ganz ohne Bewegung liegen; doch erzeugten sie im Wasser eine ziemlich starke Strömung, die ihnen Nahrungsmaterial zuführte. Nachdem ich mir also durch Claparède's und Lachmann's Beschreibungen die Tintinnen als sich blitzschnell bewegende Thiere vorstellte, war ich höchst überrascht, als ich zwei Arten in grosser Fülle fand, die unter dem Mikroskope ganz unbeweglich lagen. Diese Art steht ohne Zweifel dem Tintinnus subulatus am nächsten, der auch verlängert und am oberen Ende mit Ringen versehen ist; aber T. Ussowi unterscheidet sich von diesem, abgesehen von der allgemeinen Form, die ein wenig conisch ist, vornehmlich dadurch, dass die Ringe zierlich gekerbt sind; dies bietet ein sehr scharfes und constantes Merkmal dar, da ich es an allen Exemplaren beobachtete; ausserdem kommen noch die etwas umgebogenen Ränder

der Mündung hinzu. Also steht es fest, dass T. subulatus, der im Baltischen Meere und an den Norwegischen Küsten wohnt, sich im kälteren Weissen Meere veränderte und die constante Art T. Ussowi lieferte.

Die Länge der Schale = 0,225‴, die Länge des Schwanzes mit dem unteren Kegel = 0,036 ‴, die Breite im oberen Theile = 0,018‴, und im unteren (früher als er in den Kegel übergeht) 0,015‴. Der Abstand zwischen den Ringen gleicht im Durchschnitt = 0,0054‴. Die Länge = 0,06‴.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, an der Küste, zwischen den Algen (Enteromorpha intestinalis und andere), in Menge, Sommer 1877.

Oxytricha Wrżesniowskii, n. sp.

Taf. X, Fig. 35.

Der Körper ist länglich-eiförmig, das hintere Ende zugerundet und ein wenig breiter, als das vordere, das mehr zugespitzt und kaum merklich links gebogen ist. Das Peristom zieht oben, an der linken Seite des Körpers, und erreicht fast die Mitte desselben, unter der Gestalt eines ziemlich breiten Spaltes, der unten zugerundet endet und zwei Biegungen bildet, von denen die obere links, die untere nach der entgegengesetzten Seite gewendet ist.

Die Stirnborsten, die ich nicht zählte (doch scheint ihre Zahl etwa 6 zu erreichen), sind nicht sehr gross und liegen unregelmässig. Die Bauchborsten bilden mit den Randborsten zusammen 4 Reihen, die ungefähr an gleicher Höhe anfangen und bis zu dem untersten Ende herabsteigen. Die äusserste linke Reihe beginnt neben der Mitte des Körpers sich allmählich zu verlängern und so, sich immer verlängernd, gelangt sie bis zum unteren Ende, welches sich umbiegt, um die andere Seite zu erreichen. Am äussersten Körperende sind die Borsten sehr stark verlängert und bilden die sogen. Schwanzborsten; indem sie aber ganz allmählich in die linken Randborsten übergehen, von denen sie sich nicht scharf unterscheiden, ist es ganz unmöglich, ihre Zahl genau anzugeben.

Der Inhalt ist schwach körnig, durchsichtig und farblos, ausser zwei gelben Kügelchen, die, wie ich glaube, für Nuclei zu halten sind. Die Bewegungen sind sehr langsam und unbedeutend. Die Länge des Thieres = 0,01‴.

Oxytricha Wrzesniowskii begegnet man sehr oft im Weissen Meere, zwischen den Algen, und sie unterscheidet sich scharf von anderen Arten durch ihr langes, bis zur Mitte des Körpers reichendes Peristom, durch ihre zwei Reihen Bauchborsten und die Abwesenheit von scharf abgesonderten Schwanzborsten.

Der specifische Namen dieses Infusoriums ist Herrn Pr. August Wrzesniowsky in Warschau, dem bekannten Infusorienkenner, der so wesentlich unsere Kenntnisse von diesen Thieren förderte, zu Ehren gegeben.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, zwischen den Algen, in nicht ganz frischem Wasser, in Fülle (im Sommer 1877).

Oxytricha oculata, n. sp.

Taf. X, Fig. 9, 10.

Die Körperform ist ziemlich variabel, doch ist die am meisten typische umgekehrt eiförmig oder birnförmig. Das hintere Ende ist viel enger als die Mitte und das obere Ende und läuft in einen kurzen, an der Spitze zugerundeten Schwanz aus. Aber zuweilen giebt es keinen solchen, und dann ist der Körper mehr weniger oval oder eiförmig. Von der Seite angesehen (Taf. X, Fig. 10) ist das Thier immer etwas bogenförmig gekrümmt und hat einen convexen, buckligen Rücken. Das Peristom ist sehr kurz, reicht nur bis zum Drittel der Länge, ist nach rechts gerichtet und am Ende nicht zugerundet.

Die Stirnborsten, die ich nicht gezählt habe (doch scheinen sie etwa in Vierzahl vorhanden zu sein), sind nicht stark entwickelt; die Bauchborsten, in zwei Reihen, beginnen hoch oben, mit zwei Reihen Seiten- oder Randborsten, und erreichen das untere Ende. Von diesen 4 Reihen beginnt die äusserste neben der Mitte des Körpers sich zu verlängern und da, wo sie das untere Körperende umbiegt, erreichen die Borsten die grösste Länge und so bilden sie etwa 5 undeutlich abgegrenzte Schwanzborsten, die nach rechts gerichtet sind.

Das am meisten bei unserem Infusorium characteristische ist eben das Merkmal, dass an beiden Körperenden, in der Mitte derselben, sich ein „Augenkreis" bemerken lässt, der ganz dem von Ox. pellionella, abgesehen von der Abwesenheit des bei der letzteren ihn tragenden Pigmentfleckes, oder auch dem der Actinotricha

saltans Cohn[1]) ähnlich ist. Zuweilen, wenn auch seltener, wird nur ein „Auge" bemerkt. Die Bewegungen sind rasch, rastlos läuft sie an verschiedenen Gegenständen herum, niemals und nirgends stehen bleibend.

Der Inhalt besteht aus einer Menge Körner, die den Körper des Infusoriums ganz trüben.

Dieser Art, die noch einer näheren Untersuchung bedarf, begegnet man gleich oft und mit der ersten zusammen, von der sie aber, ausser der Körperform, sich leicht durch die Schnelligkeit der Bewegungen, zwei (oder ein) „Augen" und das kurze Peristom unterscheidet. Zwei Reihen der Bauchborsten unterscheiden sie von Ox. pellionella. Sie steht ohne Zweifel der Ox. crassa Cl. Lach. nahe (Etudes p. 147, pl. VI, Fig. 7).

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, an der Küste, in Menge (Juni und Juli 1877).

Epiclinthes auricularis Clap. Lachm., Stein.

Oxytricha auricularis Clap. et Lachm. Etudes, p. 148, pl. Epiclinthes auricularis Stein Infus. II. Abth. p. 150.

Taf. X, Fig. 16.

Diesem interessanten Thierchen begegnet man ziemlich oft im Weissen Meere. Zum ersten Mal war es von Claparède und Lachmann beobachtet, die es unter dem Namen von Ox. auricularis beschrieben. Später hat für dasselbe Stein in seinem bekannten Werke ein neues Genus Epiclinthes gegründet, nachdem er Gelegenheit hatte es im Baltischen Meere zu beobachten[2]). Da meine Zeichnungen und Noten nicht vollständig mit den Stein'schen übereinstimmen, so führe ich etwas ausführlicher das an, was mir hinsichtlich dieses Infusoriums zu beobachten gelang. Der Körper ist ausserordentlich verlängert und besteht aus drei deutlich geschiedenen Theilen: der vorderste (Taf. X, Fig. 16), der ein Viertel der Gesammtlänge ausmacht, besteht aus einem breiten Bande oder einer zusammengedrückten Platte, welche am Ende abgestutzt und

1) Cohn. Neue Infusorien aus d. Seeaquar. Zeit. f. wiss. Z. XVI. 1866. p. 283, Fig. 24—26.

2) Früher noch begründete er diese Gattung im amtlichen Berichte der 37. Versammlung deutsch. Naturf. und Aerzte in Carlsbad, im September 1862, p. 162 und ausführlicher beschrieb er dieselbe in den Sitzungsber. der königl. Böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. 1864. S. 44—46.

ein wenig nach dem Peristom gebogen ist. Der mittlere Theil, der ein wenig breiter und der Länge nach dem dritten oder Schwanztheile gleich ist, ist dicker als die beiden anderen, aufgebläht, indem er einen convexen, ovalen Körper bildet, der auch dann deutlich hervortritt, wenn das Thier dem Bauche aufliegt; nur hier sind Nahrung und Körner bemerkbar. Der dritte Theil endlich — der Schwanz — ist fast zweimal so lang als der erste, aber viel schmäler, ist auch zusammengedrückt, bandförmig und am Ende auch abgestutzt. Die Mundborsten und der Mundspalt beginnen an der Grenze des mittleren und vorderen bandförmigen Theiles und gehen dem Rande parallel, unter der Gestalt eines engen Spaltes. Der letztere ist unten zugerundet und bildet spiralige oder hakenförmige Biegungen. Die Mundborsten aber, wenn sie den oberen Theil erreichen, biegen sich auf die andere Seite des Vordertheils um und gehen sehr weit herunter, bis zu seiner halben Länge. Sehr in die Augen springend sind besondere Stäbchen oder an den Enden zugerundete Säulchen, die in einer Reihe jederseits an den äussersten Körperrändern ziehen. Die linke Reihe beginnt fast von oben an, die rechte aber etwas niedriger, dicht am Orte, wo die Mundborsten aufhören (Taf. X, Fig. 16); also beginnen beide am vorderen, bandförmigen Theile und erreichen das äusserste Ende des Schwanzbandes. Ohne Zweifel übersahen Claparède und Lachmann dieselben an den meisten Körpertheilen, ausser dem Schwanze. Diese Säulchen sind ganz unbeweglich und stehen ziemlich dicht nebeneinander. An dem vorderen, bandförmigen Theile zählte ich nicht 3 (Stein), sondern 5 (oder 6) schiefe Borstenreihen, welche sich auch auf die Bauchseite fortsetzen, wo ihre Zahl bis 9 steigt. Je näher dem Schwanze, desto minder schief wird die Richtung der Borstenreihen und endlich gehen die 5 Reihen auf den Schwanz über, einander schon ganz parallel. Von diesen vergrössert sich immer die äusserste linke, indem sie sich scharf von den übrigen trennt; die rechte Reihe aber verlängert sich nur am Ende, zugleich biegt sie sich um und umgiebt das ganze hintere Ende, wo die Borsten schon beträchtlich verlängert sind. In der Seitenansicht schien es mir, als ob der Schwanz am äussersten Ende nach oben umbiege, einen ziemlich grossen Haken bildend. Die Bewegungen des Thieres sind äusserst reissend und scheu; sein Temperament ist so zu sagen höchst nervös und reizbar, der Körper ist contractil, darum ist es schwer zu beobachten.

Die Länge des Thieres = ungefähr 0,25‴.

Den späteren Beobachtern bleibt es zu entscheiden, ob die Differenzen meiner und der Stein'schen Beschreibung auf eine Ungenauigkeit der Beobachtung, oder auf das Vorkommen von zwei Species zurückzuführen sind.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, zwischen den Algen, ziemlich viel (10. Juli 1877). Nach Claparède und Lachmann-Bergen, Sertorä, ausserdem noch das Baltische Meer (Lieberkühn, Stein—Wismar).

43. *Urostyla Weissei* Stein, nova varietas.

Oxytricha Urostyla Clap. et Lachm. Etudes. p. 141. pl. V. Fig. 2. Urostyla Weissei Stein. Infus. I. Abth. p. 192. T. XIII. Fig. 1—4.

Einige Exemplare dieser ziemlich seltenen Art fand ich im Onega-See. Alles, ausser den Bauchborsten, stimmt genau mit Stein's Beschreibung und Abbildungen überein. Mit grosser Klarheit und Genauigkeit konnte ich ihrer 6 Reihen zählen, während nach Stein dieselben nur in Fünfzahl stehen sollen. Solch eine leichte Veränderung bei derselben Art ist wohl geeignet einige Zweifel über den Werth dieses Characters als eines generischen Merkmals zu erheben.

Fundort: Onega-See, Powenetz, eine Bucht mit üppiger Vegetation, wenig (27. Juli). West-Europa.

Aspidisca Andreewi, n. sp.

Taf. X, Fig. 42.

Die Körperform ist länglich rund, das untere Ende ist etwas breiter und runder als das obere; die rechte Seite ist convex, die linke etwas concav, besonders aber im oberen Drittel, so dass das obere Körperende gleichwie geneigt und nach links gebogen erscheint. Am unteren Ende, dem linken Rande etwas näher, bemerkt man einen dreieckigen oder herzförmigen Lappen, dessen Ende aber niemals den Körperrand überragt. Dem ganzen Körper entlang bemerkt man ziemlich scharf 6 Rippen verlaufen, und nur ausserhalb derselben, zwischen den äussersten und dem Körperrande, werden Nahrungskörner angehäuft, das Innere aber des Körpers ist ganz durchsichtig, farb- und körnerlos, und nur selten findet man hier zerstreute, stark lichtbrechende Tropfen (ob Fett?). Die sieben Bauchborsten unterscheiden sich durch ihre Breite und Weichheit und sind in zwei Reihen, zu je 3 und 4, geordnet.

Aber am meisten für dieses Infusorium charakteristisch sind

seine 6 hinteren Borsten[1]), davon 4 rechts von dem herzförmigen Lappen, zwei links von demselben Es hat mehrere Vacuolen von verschiedener Grösse; eine davon ist gewöhnlich grösser, andere 2—3 etwas kleiner. Einst beobachtete ich nur eine einzige bogenförmige Vacuole, die aber nach der Contraction als drei kleinere wieder erschien. Die Bewegungen sind langsam, meist steht das Thier bewegungslos an demselben Orte.

Die Länge = 0,025‴, die Breite = 0,0195‴; einmal traf ich ein Exemplar an, das 0,045‴ lang war.

Dieses Infusorium ist eines der gewöhnlichsten im Weissen Meere und, da seine Bewegungen höchst langsam sind, so war es mir möglich, alle seine Eigenthümlichkeiten genau zu untersuchen. Davon ist am meisten dies charakteristisch, dass es immer nur 6 Schwanzborsten zeigt und daher diese Art also als ein Verbindungsglied zwischen den beiden Subgenera Aspidiscus, sensu strictiori und Onychaspis[2]) erscheint; eben darum macht sie ganz unmöglich die Zertrennung des Aspidiscus in zwei Genera, sich nur auf die Zahl der Schwanzborsten stützend, wie es Stein vermuthet, wenn er schreibt: „eine Art dieser Gattung (A. polystyla) entfernt sich jedoch nicht unerheblich von den übrigen Arten, sie wird vielleicht später als eine besondere Gattung abgesondert werden“[3]).

Den Namen gebe ich dieser neuen Form dem Herrn Arzte N. Andrejew zu Ehren, der uns 1876 als Gehülfe des Herrn Prof. Wagner begleitete und neben den Umgebungen der Solowetzky-Inseln eine reiche zoologische Collection gesammelt hat.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, an der Küste, zwischen den Algen etc., in grosser Menge (im Sommer 1877).

Sehr leicht kann es geschehen, dass auch A. polystyla im Weissen Meere sich begegnen werde. Ausserdem habe ich eine Zeichnung einer Aspidisca, bei der an der linken Körperseite, unten, der Körperrand von einem breiten, kegelförmigen Dorn überragt wird; bei ihr giebt es 5 Schwanz- und 7 Bauchborsten, die

---

1) Eine andere Species von Aspidisca, gleichfalls mit 6 Borten, ist die Aspidisca, sedigita Quen. s. *Quennerstedt* Bidrag till Sveriges Infusoriefauna II. Lunds Univ. Årsskrift. Tom. IV p. 30, pl. II, Fig. 2—3.

2) Stein, Infusorien I. Abth. p. 125.

3) Stein l. c p. 121.

auch sehr breit sind; im allgemeinen erinnert sie an Aspidisca leptaspis Fresenius[1]), obwohl ich mit Sicherheit die beiden Arten nicht identificiren kann.

Balantidium (?) *Medusarum*, n. sp.

Taf. X, Fig. 11.

Die Körperform ist ziemlich mannigfaltig, doch am gewöhnlichsten oval, mit dem hinteren zugerundeten und dem vorderen zugespitzten und von links nach rechts schief abgestutzten Ende. Zuweilen ist der Körper in der Mitte etwas aufgebläht und dann ist die Form fast eiförmig, zuweilen aber ist derselbe im Gegentheil sehr verlängert und verhältnissmässig schmal und cylindrisch. Im Querschnitte erscheint er fast vollkommen rund. Das Peristom liegt fast genau in der Mitte des Körpers, ein wenig nach rechts geschoben und erscheint als ein ziemlich breiter Spalt, der nach unten, wo er ein wenig nach links gewendet ist, sich allmählich verengert und fast die Mitte des Körpers erreicht. Die adoralen Wimpern sind ziemlich gut entwickelt und sitzen am linken Peristomrande; sie sind gar nicht länger als die Körperwimpern, aber viel dicker, kräftiger und dichter geordnet. Was die den ganzen Körper bekleidenden Wimpern betrifft, so unterscheiden sie sich durch ihre sehr beträchtliche Länge, sind aber sehr los und überall gleich, d. h. in Längsreihen, geordnet; diesem letzten Umstande verdankt wahrscheinlich der Körper seine Längsstreifung. Ausser dieser Längsstreifung ist zuweilen noch eine schwächere Querstreifung bemerkbar, doch sieht man zuweilen (und es geschieht sogar öfter als das Gegentheil) Nichts davon.

Der Körperinhalt ist gewöhnlich farblos und unbedeutend, so dass der Körper ziemlich durchsichtig erscheint; doch wird er zuweilen von einer Menge glänzender, runder Körperchen erfüllt, die das Thier ganz undurchsichtig machen. Gewöhnlich bemerkt man zwei contractile Behälter, die am hintersten Ende gelegen sind; übrigens fand ich gar nicht selten Exemplare, bei denen nur eine einzige pulsirende Vacuole vorkam, so dass die Zahl derselben unconstant zu sein scheint. Der ganz runde Nucleus liegt genau in der Mitte des Körpers, dicht unter dem Ende des Peristoms.

1) Fresenius. Die Infusorien des Seeaquariums. Zool. Garten, 1865, VI. Jahrg., Nr. 4 (April), p. 123.

Die Länge des Thieres = 0,016‴—0,02‴.

Ich beobachtete eine Conjugation zweier Individuen, die dieselbe vermittelst der Vorderende eingingen, auch Quertheilung.

Dieses interessante Infusorium ist wahrhaft das gewöhnlichste des Weissen Meeres. Es lebt vorwiegend in kleinen Medusen (Eucope-Obelia flabellata, Bougainvillia und anderen), in deren Magen und sogar in den radialen Canälen; ausserdem ist sie in den Eingeweiden eines Ringelwurmes (Brada) in sehr grosser Menge gefunden.

Keiner einzigen Meduse kann man begegnen, in der man dieses Thier nicht findet, dabei noch zuweilen in grosser Menge. Nicht selten geht es auch nach Aussen, ins Wasser, heraus und schwimmt hier, wie es scheint, ebenso munter wie im Innern der Meduse umher, so dass im vorliegenden Falle wahrscheinlich die Abhängigkeit des Parasiten von seinem Wirthe nicht in einem solchen Grade besteht, wie es bei den in Amphibien lebenden Süsswasser-Balantidien zu beobachten ist.

2. Juli 1877 hat Herr Prof. Wagner, indem er eine Brada zergliederte, eine ihrer Drüsen ganz von Infusorien vollgestopft gefunden. Er übergab mir die letzteren zur Untersuchung und sie erwiesen sich als Balantidium Medusarum (später wurde sie nochmals in Brada gefunden). Ihre Bewegungen sind ziemlich langsam, Am nächsten steht diese Art dem B. Entozoon, unterscheidet sich aber sowohl durch die Körperform, als auch besonders durch ihre eigenthümlichen langen und losen Borsten, durch zwei Vacuolen, runden Nucleus, die Länge des Peristoms und endlich durch ihren Aufenthaltsort.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, in Medusen und Würmern (Brada), in sehr grosser Menge (im Sommer 1877).

Glaucoma Wrzesniowskii, n. sp.

Taf. X, Fig. 27, 27 b.

Die Körperform ist zuweilen regelmässig oval, zuweilen eiförmig, nach hinten etwas verbreitert, nach vorn verengert, zuweilen ist umgekehrt der breitere Theil hinten, der schmälere vorn, d. h. dass die Form umgekehrt eiförmig wird. Ausserdem ist das Vorderende fast immer schief von rechts nach links abgestutzt. Die den ganzen Körper bedeckenden Wimperhaare sind

kurz und ganz dicht, in Längsreihen geordnet, so dass die Körperoberfläche leicht längsgestreift erscheint. Zwei Lippen, die in dem Mitteltheile des Körpers etwas nach links geschoben sich befinden, sind sehr deutlich zu sehen; sie flimmern lebhaft und stehen fast senkrecht zur Körperoberfläche, indem sie einen engen Spalt begrenzen (Fig. 27b, f). Um die Lippen herum bemerkt man einen ovalen lichten Ring oder einen Saum (Fig. 27b, m), ohne jegliche Körner oder andersartige Körperchen, scharf von dem übrigen Parenchym gesondert und mit einer ziemlich deutlichen, concentrischen Streifung (Taf. X, Fig. 27b). Es bleibt, so glaube ich, keinem Zweifel Raum, dass dieses helle Feld oder der ovale Ring einen Theil des Parenchyms vorstellt, der speciell zum Zusammenklappen oder Bewegung der Lippen sich anpasste, dass er also gewissermassen einen Sphincter darstellt, natürlich nicht aus echten Muskelelementen oder Zellen bestehend, sondern nur in der oben erwähnten Streifung sich kundgebend.

Der Nucleus liegt als eine regelmässige, ovale Bildung auch im Vordertheile des Körpers, etwas linksseitig; ferner befindet sich auch unweit davon, unter den Lippen, eine kleine contractile Vacuole.

Am meisten aber ist für dieses Infusorium die ungeheure Menge stäbchenförmiger Trichocysten characteristisch, die die ganze Körperoberfläche bekleiden, zu der sie senkrecht geordnet und ganz den Trichocysten der Paramaecien z. B. ähnlich sind. Sie sind an den Rändern, im optischen Durchschnitt, sehr deutlich als Stäbchen sichtbar, die in dem Parenchym liegen und den Contour des Thierchens fein-wellig machen. Bei der Hebung des Mikroskopes, so dass die Oberfläche des Infusoriums in den Brennpunkt desselben kommt, sieht man die Trichocysten von oben als kleine glänzende, stark lichtbrechende Kreise, die vollkommen regelmässig auf der ganzen Oberfläche geordnet sind; den Ausschluss bildet nur jener helle, die Lippen umgebende Saum, wo diese Gebilde gänzlich fehlen.

Im Innern des Körpers bemerkt man Diatomeen, Nahrungskörnchen, die vorwiegend im hinteren Körperende sich anhäufen, und damit erklärt sich wahrscheinlich, warum das letztgenannte Ende immer dunkel, zuweilen ganz schwarz erscheint. Die Bewegungen unterscheiden auch gut diese Art von den übrigen Glaucomen: sie sind höchst langsam und eher stellen sie nur geringe Umdrehungen an demselben Orte, als Herumschwimmen vor.

Die Länge = 0,068‴—0,09‴; bei der letzten Länge ist die Breite = 0,045‴.

Die am meisten also in die Augen springende Eigenthümlichkeit der Gl. Wrzesniowskii sind ihre Trichocysten, ein Merkmal, das den übrigen bekannten Arten der Gattung fehlt. Dann veranlassten mich auch übrige Merkmale für dieses Thier eine neue Art aufzustellen, die ich Herrn Pr. Wrzesniowsky zu Ehren, der so wesentlich unsere Kenntnisse sowohl über die Infusorien im Allgemeinen, als auch über die der russischen Fauna insbesondere förderte, benenne.

Fundort: 1) Nördliche Dwina, etwas nach Süden von dem Dorfe Beresniki, in einem Tümpel neben dem Flusse, in Menge (11. Juni 1877). 2) Onega-See, Powenez, in einer Bucht mit üppiger Vegetation.

Ausserdem muss ich erwähnen, dass ich im Meere (Solowetzky-Inseln) noch ein Infusorium mit zwei Lippen beobachtete, offenbar eine Glaucoma; ob es aber G. scintillans oder eine besondere marine Art wäre, das wage ich nicht zu entscheiden, da ich diese Form, die mir übrigens nur ein Mal zur Beobachtung vorkam, nicht näher untersuchte.

Holophrya Kessleri n. sp.

Taf. X, Fig. 29, 30.

Die Körperform ist oval, nicht zusammengedrückt, im Allgemeinen etwas variabel und inconstant. Man begegnet zuweilen Exemplaren, bei denen das Vorderende etwas breiter als das Hinterende ist, ähnlich H. discolor Ehr.; zuweilen fallen die Verhältnisse auch umgekehrt aus, das Hinterende mehr zugerundet, breiter, also sich der Eiform nähernd.

Eine kleine runde Oeffnung, die am Körperpole sich befindet, ist auf einem kurzen, kaum bemerkbaren Rohre oder am verengerten Körperende gelegen. Die ganze Körperoberfläche ist mit deutlichen, längslaufenden und dicht nebeneinander stehenden Rippen bedeckt, darum erscheint der Körper, wenn das Thier vertical steht, am Umfange stark gekerbt (Taf. X, Fig. 30). An der zur Ansicht kommenden Körperhälfte kann man etwa 12—15 Rippen zählen, im ganzen giebt es deren also 25—30. Die Oberfläche wird von sehr kleinen und dicht stehenden Wimpern, die überall gleich lang sind, bekleidet.

Der Nucleus liegt ungefähr in der Mitte des Körpers, etwas höher. Der Gestalt nach ist er ziemlich dick, hufeisenförmig oder bogenförmig, mit ein wenig angeschwollenen Enden, und nach der Längsaxe des Körpers, aber etwas schief, gestellt. Eine ziemlich grosse contractile Vacuole liegt im äussersten Hinterende. Ausserdem bemerkt man noch im Innern des Körpers gelbliche Körper und Körnchen.

Der Körper ist ziemlich durchsichtig und farblos oder etwas gelblich, er ist biegsam, aber nicht contractil, die Rippen also sind mit dem festen, unbiegsamen, aus Kieseltheilchen bestehenden Skelete der Gattung Coleps nicht zu vergleichen; im vorliegenden Falle stellen die Rippen nur eine einfache Verdichtung der Cuticula vor.

Die Bewegungen sind äusserst langsam und bestehen ausser dem Fortschreiten und Umdrehungen am Orte, auch noch aus einem Rotiren um die Axe, das doch zuweilen unterbleiben kann.

Die Länge des Thieres in Wologda = 0,069‴, die Breite 0,024‴, im Onega-See ist die Maximallänge = 0,09‴, die Breite = 0,045‴.

Dieses interessante Infusionsthierchen unterscheidet sich von allen übrigen Arten der Gattung Holophrya durch die Gestalt des Nucleus, besonders aber durch die eigenthümlichen Rippen, die in Längsreihen den ganzen Körper einem scheinbaren Skelette ähnlich bedecken. Dieser Umstand veranlasste mich anfangs H. Kessleri für einen Coleps zu halten; aber die Biegsamkeit ihres Körpers, die zum Vorschein kommt, wenn sie durch einen engen Raum sich durchdrängt, zeigte mir soeben, dass es sich um eine Holophrya handelt.

Ich benenne so dieses Thier dem hochverehrten Herrn Prof. Kessler zu Ehren.

Fundort: 1. Wologda, ein Graben mit Pflanzen und nicht faulem Wasser; am Boden, im Schlamme und Sande, ziemlich viel (4. Juni 1877); 2. Onega-See, bei der Stadt Powenetz, Flussmündung mit üppiger Vegetation (27. Juli 1877).

Podophrya cylindrica Perty.

Taf. XI, Fig. 16.

Pod. cylindrica Perty, Zur K. d. kl. Leb. p. 160, pl. VIII, f. 9.

Seit diese Art von Perty in der Schweiz gefunden und beschrieben war, sah dieselbe noch Niemand zum zweiten Male;

darum halte ich es nicht für überflüssig, diese Art von Neuem zu beschreiben und eine bessere Abbildung zu geben.

Die Körperform ist im Allgemeinen eine cylindrische, verlängerte und davon rührt die Artbenennung her. Doch ist sie ziemlich variabel und mannigfaltig. Das obere und untere Ende sind immer zugerundet und zuweilen ist das untere ein wenig breiter, so dass die Gesammtform etwas kegelförmig wird (Fig. 28). Das Verhältniss der Länge zur Breite kann auch variiren, wie es Fig. 28 und 16, Taf. XI zeigen. Die Contouren sind entweder glatt oder wellig, mit Einschnürungen (Taf. XI, Fig. 16).

Der ganze Körper ist von einer ziemlich dünnen Cuticula bedeckt, die doch von zwei Contouren begrenzt ist. Der Stiel ist immer kurz, kegelförmig, oben breiter als unten und mit dem Körper symmetrisch vereinigt, d. h. an der Mitte des unteren Endes, nicht an der Seite desselben befestigt, wie es Perty zeichnet. Die Saugröhren, um das ganze obere Körperende zerstreut, können sich sehr stark ausstrecken und sind dann am Ende mit einem deutlichen Knopf versehen; einst aber sah ich sie im Zustande der Contraction, dann waren die Knöpfe nicht bemerkbar (Fig. 28).

Der Inhalt ist, wie gewöhnlich, körnig und wenig durchsichtig; in der Mitte des Körpers ist ein länglich-ovaler Nucleus sichtbar, der nach der Längsaxe des Körpers gerichtet ist; Perty spricht nicht davon. Die Vacuolen sah ich nicht.

Ich begegnete diesem, wie es scheint, sehr seltenen Acinetine in meinem Aquarium, dessen Wasser aus den Jelagin'schen Teichen stammte, auf Lemna und dazu noch ziemlich oft.

Fundort: S. Petersburg, Aquarium, auf Lemna, ziemlich oft (December 1876).

Podophrya (Acineta) conipes, n. sp.
Taf. X, Fig. 39 und Taf. XI, Fig. 15.

Die Körperform ist unregelmässig kuglig, nach unten ein wenig ausgezogen und verengert, mit einer unebenen höckrigen Oberfläche. Der Körperinhalt besteht aus einem körnigen, undurchsichtigen, gelblich-braunen Plasma und aus einem ovalen, ziemlich grossen Nucleus, der ebenso wie die Vacuole nicht symmetrisch, d. h. nicht in der Mitte des Körpers, gelegen ist. Die Saugröhren gehen von der sämmtlichen Körperoberfläche oder, wie

bei jungen Individuen, von seiner oberen Hälfte, ab; sie sind ein wenig länger, als der Körper, ziemlich dick und am Ende mit einer trichterförmigen Erweiterung versehen, mittelst welcher sie sich an die Beute ansaugen (Taf. X, Fig. 39a). Der Körper sitzt auf einem Stiele, der immer sehr lang und an seinem oberen Ende, wo er sich mit dem Körper vereinigt, sehr beträchtlich erweitert ist; hier aber steht seine Breite der des Körpers nur sehr wenig nach, in jungen Individuen sind sogar beide gleich breit (Taf. X, Fig. 39).

Von oben an beginnend verengert sich der Stiel allmählich und gleichmässig bis zum Grunde, wo er schon bedeutend enger als oben ist. Dies Verhältniss zwischen der Breite des Stieles am oberen und unteren Ende ist verschieden: zuweilen ist der Grund zwei Mal enger als das obere Ende, zuweilen fünf Mal, nicht selten noch mehr, 8—10 Mal.

So entsteht ein umgedrehter, sehr ausgezogener Kegel, der ausserdem noch niemals ganz gerade, sondern immer mehr oder weniger geschlängelt, bogenförmig gekrümmt ist.

Eine andere Eigenthümlichkeit des Stieles dieser Art besteht darin, dass er sehr fein quergestreift ist. Diese Querstreifung ist bei schwächeren Vergrösserungen nicht bemerkbar, da die Streifen zu zart sind und zu nahe nebeneinander verlaufen; doch genügt schon Hartnack's Syst. VII, um die quer durch den Stiel ziehenden dünnen, parallel und regelmässig geordneten Streifen zu bemerken, die den ganzen Stiel gleichwie auf ebenso dünne, gleiche, übereinanderliegende Scheibchen theilen. Zuweilen sind die Querstreifen höchst deutlich sichtbar, indem sie dem Stiele quer aufsitzenden Ringen gleichen (Taf. XI, Fig. 15a', a'').

Solche Form und Structur des Stieles ist bei diesem Thiere im Weissen Meere höchst constant und ich beobachtete sie an vielen Individuen, jungen und alten, ohne jegliche Abänderung. Also kann die beschriebene Art für eine bona species gelten, die für das Weisse Meer, vielleicht auch für polare Meere im Allgemeinen charakteristisch ist.

Was die Form des Stieles betrifft, so wird sie sehr leicht verständlich, wenn man ältere Individuen mit jüngeren vergleicht. Bei den letzteren sehen wir, dass die geringe Breite des oberen Theiles des Stieles der des Körpers selbst gleich ist; also wird der Stiel von der ganzen hinteren Körperfläche abgesondert und

eben darum wird die Breite des Stieles ganz von der Breite des Körpers abhängen; je grösser die letztere ist, desto breiter wird auch der Stiel sein. Im ausgewachsenen Zustande wird der Stiel auch fast von der ganzen hinteren Körperfläche abgesondert. So wie aber im jungen Zustande der Acinetenkörper klein ist, so ist auch die absondernde hintere Fläche klein, darum auch die Breite des Stiels gering; da andererseits nach der Maassgabe der Nahrung und des Wachsthums des Thieres sich auch der Hintertheil vergrössert, so wird in demselben Verhältnisse sich auch der abzusondernde Stiel erweitern; es versteht sich von selbst, dass gleichmässiges Wachsthum auch einen sich gleichmässig erweiternden, d. h. kegelförmigen Stiel liefern wird. Wenn also wir uns eine Linie denken, die den Stiel nach der Längsrichtung halbirt, so wird die von einem seiner Ränder gebildete Curve den Gang des Wachsthums des Körpers selbst ausdrücken. Von demselben Standpunkt aus wird auch die Bildung der auf dem Stiele sitzenden und dessen vorübergehende Erweiterung anzeigenden Ringe verständlich: sie müssen ihren Ursprung einer eben solchen vorübergehenden Erweiterung des Körpers verdanken, die ihrerseits wahrscheinlich durch Aufnahme einer grossen Nahrungsmenge, z. B. durch Fang einer grossen Beute verursacht werden könnte.

Was die feinen Streifen, die am Stiele bemerkbar sind, betrifft, so ist es höchst wahrscheinlich, dass sie in Folge einer gewissen Periodicität des Wachsthums entstehen, die durch den Tag- und Nacht-Wechsel bedingt werden soll; diese Vermuthung wird sowohl durch ihren geringen Abstand, als auch durch ihre grosse Zahl (mehr als 100) bestätigt, die, falls wir uns nicht irren, der Zahl der Tage im Leben des Infusoriums entsprechen. Dann würde uns die Form und der Bau des Stieles die ganze Geschichte, alle Ereignisse im Leben jedes Infusoriums zeigen: auf der Taf. XI Fig. 15 z. B., sehen wir, wie viel Tage dies Infusorium lebte (der Zahl der Streifen nach), wie breit der Körper in den verschiedenen Epochen ihres Lebens war (der Breite des Stieles nach); dieselbe Fig. zeigt z. B., dass am hundertsten Tage von der Geburt an es ihr glückte, eine ungemein grosse Beute zu fangen, dass dasselbe sich nach 2, 3 Tagen wiederholte (nach den zwei Ringen), dass die Vergrösserung des Körpers weiter ganz gleich- und regelmässig ging. Dies alles werden leicht die künftigen Forscher durch Versuche entscheiden; ich aber konnte es, des Zeitmangels wegen, nicht thun.

Podophrya conipes hat ohne Zweifel viel Aehnlichkeit mit P. Lyngbyi Ehr., die von Claparède und Lachmann in Nord-Norwegen beobachtet wurde; ohne Zweifel befinden sich beide Arten in einem ganz nahen genetischen Zusammenhange mit einander. Die Art des Weissen Meeres unterscheidet sich: 1. durch ihren kegelförmigen, nicht cylindrischen Stiel; 2. durch die Querstreifung desselben, die von Claparède und Lachmann, so geübten Forschern, bei P. Lyngbyi nicht gesehen wurde.

Diese Acinete begegnete uns und nicht selten in grosser Menge auf rothen Algen (Ptilota plumosa, Ceramium u. and.). Es ist eine der gewöhnlichsten und am meisten für polare Meere characteristischen Formen und wenn wir ihre unzweifelhafte verwandtschaftliche Beziehung zu A. Lyngbyi erwägen, so wird uns klar sein, dass auch Infusorien sich dem Einflusse der äusseren Bedingungen ebensowenig, wie andere Thiergruppen, entziehen, da so unweit von einander abstehende Meere wie der nördliche Theil des Norwegischen einerseits und das wegen der Abwesenheit des Golfstroms mehr polare, kältere Weisse Meer anderseits ihre eigenen, obwohl einander nahestehenden Arten besitzen. Dasselbe sahen wir an T. Ussowi, der offenbar dem T. subulatus nahe steht, obwohl er gleichzeitig eine bona species vorstellt. Diesen zwei Thatsachen lege ich ein grosses Gewicht in der Entscheidung der mich interessirenden zoogeographischen Frage vom Einflusse der äusseren Bedingungen auf die Infusorienfaune bei. Sie scheinen mir ganz unzweifelhaft darzuthun, dass eine Art (Ac. Lyngbyi und T. subulatus) beim Uebergange von einem Meere ins andere, mit dem ersten benachbarte, aber durch andere Bedingungen, wie kälteres Wasser z. B., sich unterscheidende, sich dem Einflusse dieser neuen Bedingungen unterordne und eine neue locale Art (Ac. conipes und T. Ussowi) gebe.

Die Länge des Thieres schwankt meistens zwischen 0,05‴ und 0,08‴.

Fundort: Solowetzky-Inseln, unweit der Kloster-Bucht, SO von Pesja Luda; Grund-Steine, viele Spongien und rothe Algen, Tiefe 8 Faden, sehr viel an Algen und Hydroiden (19. Juni 1877). Auch in anderen Orten, an geringen Tiefen (1877).

Acineta mystacina Ehr., n. var.

Acineta mystacina Stein. Infus. Entw. 1859. pl. I. Fig. 14—20. Acineta mystacina Clap. und Lach. Etudes, Partie I, p. 387, P. II, p. 123.

Taf. X. Fig. 26.

In den Petersburger Gewässern begegnete ich einer Varietät der Ac. mystacina, die sich durch die ungewöhnliche Länge ihres Stieles, der die Körperlänge 5—7 Mal übertrifft, unterscheidet. Diese Varietät, welche man Var. longipes nennen könnte, fand ich in grossen Mengen auf Lemna und Ceratophyllum sitzend, während ich der gewöhnlichen Form kein einziges Mal begegnete. In allen übrigen Verhältnissen unterscheidet sie sich gar nicht von der typischen Ac. mystacina.

Die Gesammtlänge des Thieres . . . . 0,68‴.
Die Länge des Stieles . . . . . 0,6‴.
Die Breite desselben . . . . . 0,028‴.
Die Breite des Köpfchens . . . . . 0,082‴.

Nördlicher fand ich diese Acinete nur noch im Weliky-Ustjug, wo die Gesammtlänge nur 0,09‴, die Breite aber des Köpfchens 0,045‴ ausmachte; also lag hier die normale typische Form vor.

Fundort: 1. Petersburg, Jelaginsche Teiche, (im Aquarium) auf Pflanzen, Lemna und Ceratophyllum, in grosser Menge, im Winter 1876, Varietas longipes; 2. Weliky-Ustjug, im Teiche des Stadtgartens, auf den Lemna-Wurzeln, in grosser Menge (8. Juni 1877).

Dinophysis arctica, n. sp.

Taf. XI, Fig. 19.

Diese Art unterscheidet sich der Form nach gar nicht oder nur sehr wenig von den nahestehenden Arten, insbesondere D. laevis. Doch existirt ein Unterschied in der Sculptur der Oberfläche: Bei D. laevis ist dieselbe ganz glatt, während sie bei der Art des Weissen Meeres chagrinartig und mit sehr feinen und regelmässig geordneten Pünktchen bedeckt ist; solche Merkmale dienen zur Artenunterscheidung in dieser Gattung. Auch ist der Seitenfortsatz von etwas anderer Form und grösser als bei D. laevis, von welcher letzterer unsere Art auch durch ihre geringere Grösse abweicht. Ihre Länge nämlich übertrifft nicht 0,036 mm, wäh-

rend bei D. laevis sie 0,05‴ ausmacht. Der Körperinhalt besteht meistens aus ziemlich grossen und unregelmässigen Körnern von gelblichbrauner Farbe, die vorwiegend den Rand einnehmen, so dass die Mitte des Körpers farblos und undurchsichtig ist. Hier eben sind am deutlichsten jene feinen, regelmässig geordneten Höckerchen, denen die Haut ihr chagrinartiges Aussehen verdankt, sichtbar. Was das Hälschen betrifft, so kann man auf ihm auch an einer Seite desselben diagonalen Streifen sehen, der bei D. laevis an der entsprechenden Stelle zieht.

Fundort: Weisses Meer, pelagisch, 21. Juni (nur ein Mal).

Die Familie *Uvellina* mihi.

Die Natürlichkeit dieser Familie scheint mir ausser Zweifel zu stehen. Sie enthält solche colonialen Monadinen, die aus Individuen bestehen, die mit einer oder mehr Wimpern versehen sind, nicht in chitinigen Bechern sitzen, zuweilen von einer für alle gemeinsamen Schleimmasse eingehüllt und miteinander nicht in Gestalt von verästelten Stöcken, sondern von Kugeln oder kugelförmigen Massen vereinigt sind, die meistens, mit dem Ausschluss nur der Gattung Anthophysa, die vorübergehend an einem Stiele angeheftet ist, im Wasser frei schwimmen.

Alle hierher gehörenden Formen sind als ein Uebergang von einzelligen zu mehrzelligen Organismen, als jetztlebende Morulae zu betrachten, die die höheren vielzelligen Formen als ein Stadium ihrer individuellen Entwicklung durchlaufen. In der That ist die Analogie zwischen der Theilung eines die Kolonie bildenden Individuums und der Segmentation irgend eines mehrzelligen Individuums nicht abzuweisen[1]), ebenso ist die Analogie zwischen dem vollkommen ausgewachsenen Stocke und dem Morulastadium desselben mehrzelligen Organismus nicht zu übersehen. Aber es giebt eine Form, die zu unserer Familie nicht gehört, die Monadine Polytoma uvella, und bei ihr sehen wir ein Stadium der Entwicklung, das um Nichts von einer echten Uvelline oder Morula abweicht, die aber nachher in ganz mit dem Mutterorganismus ähnliche Einzelwesen zerfällt.

---

1) Grimm, Beiträge zur Kenntniss der Protozoen, 1877 p. 63 (in russischer Sprache). Höchst interessant sind seine Beobachtungen über die Segmentation der Parcella lamprosa Grimm.

Diese Erscheinung deutet darauf an, dass sowohl Pol. uvella als wahrscheinlich viele andere Monadinen aus der Familie Uvelina entstanden sind, und zwar durch Aufhebung des Zusammenhanges, durch den die Einzeltheile hier zu einem Ganzen vereint sind, d. h. durch den Zerfall des Stockes in Einzelheiten, ähnlich wie es bei Entstehung der Pflanzen aus uvellenartigen Thieren geschah, wie ich es vor kurzem zu begründen versucht habe [1]).

Jetzt bin ich im Stande Folgendes zu behaupten. Jede successive Theilung einer Eizelle oder Cytode erst in 2, dann in 4 u. s. w. Theile betrachte ich als eine mit der Segmentation des Eies irgend eines mehrzelligen Organismus homologe Erscheinung. Und wie im Ei dieser Vorgang nichts anderes, als einen Uebergang von der Einzelligkeit zur Mehrzelligkeit darstellt, ebenso sehe ich überall, wo eine successive Theilung in 2, dann in 4 u. s. w. Theile vorliegt, eine Tendenz, die gelingen kann, wie es z. B. bei der Entwicklung aller vielzelligen Thiere oder andersartiger Pflanzen, z. B. Volvox globator, Pandorina, Eudorina u. s. w. geschieht; oder umgekehrt bleibt die genannte Tendenz ganz ohne Erfolg, so dass unmittelbar nach solcher Segmentation die einzelnen Segmente auseinander fallen und aus jedem bildet sich ein neues Individuum, wie wir es bei allen Pflanzen und einigen Monadinen, z. B. Polytoma uvella, sehen. Andere Monadinen endlich, und zwar die Familie der Uvellinen, bieten uns die mittlere Stufe dar, und namentlich desshalb, weil während des grösseren Lebenstheiles die Segmente mehr oder weniger mit einander verbunden bleiben und das selbstständige Leben jedes Einzeltheiles als selbstständigen Individuums nur verhältnissmässig kurze Zeit dauert.

Jede Thierart aus der Protozoengruppe, die eine Fähigkeit zu solcher successiven, an die Segmentation eines Eies erinnernden Theilung besitzt, stellt entweder die Folge einer ehemaligen Mehrzelligkeit derselben, die in Folge aus irgend welcher Ursache entstandener Verminderung des Zusammenhanges zwischen den Einzel-Segmenten aufgehoben war, demnach ein Ergebniss des Rückschrittes vor, oder umgekehrt ist es ein Anfang des Fortschrittes, eine Form also, die in den Zustand eines mehrzelligen Organismus überzugehen vorhat, also ein Rückstand jener längst verflossenen Epoche,

---

1) S. Protokoll der Sitzung der Zoologischen Section der Petersburger Naturforscher-Gesellschaft, 8. Oktober 1877.

in welcher alle höheren Thiere als solche unbestimmte Colonien von Einzelindividuen existirten, die jeden Moment zum Zerfall bereit waren, wenn der Zusammenhang nur allmählich sich verstärkte, und wenn ebenso allmählich der Charakter der Colonie einzelliger Individuen sich änderte und in den eines mehrzelligen Individuums überging. Solche Ueberbleibsel finden wir heute auch von den Amöben, Moneren und theils von den Häckel'schen Physemarien erhalten. Wenn aber alles wirklich so geschah, wenn die allmähliche Theilung wirklich dies bedeuten soll, so wäre zu erwarten, dass solche Thiere wie Moneren, die in ihrer Entwicklung sogar die Stufe einer Amöbe oder eines Eies nicht erreichten, uns keineswegs successive Theilungen in 2, 4, 8 u. s. w. Theile, kurz — die Erscheinungen der Segmentation darbieten sollen. Dies folgt wohl daraus, dass ein solcher Vorgang bei der Monere auf keinem der oben erwähnten Wege Statt finden konnte, weder durch Vererbung von mehrzelligen Vorfahren, denn solche giebt es bei ihr nicht, noch durch die progressive Tendenz von der Einzelligkeit zur Mehrzelligkeit überzugehen, da der Monere noch der lange und schwierige Weg — der Uebergang von der Cytode zur Zelle — also sich einen Kern zu erwerben, bevorsteht. Und wirklich, wie es meiner Anschauung nach sein sollte, so eben verhalten sich die Dinge — die Moneren bieten niemals eine Segmentation dar. Der Vorgang aber, durch den eine ganze Monere in Theile zerfällt, ist höchst interessant und hat, wie es mir scheint, bisher noch die ihm gebührende Beachtung nicht gefunden. Bei allen Moneren geht die Theilung nicht allmählich vor sich, sondern ihr Körper zerfällt plötzlich und gleichzeitig in mehrere Theile.

Wenn Cienkowsky in seinem bekannten Aufsatze über die Monaden die Theilung des Inhaltes bei verschiedenen Vampyrellen bespricht, so erwähnt er nirgends ausdrücklich, dass bei ihnen die Theilung allmählich, zuerst in 2, dann in 4 Theile vor sich gehe; seine Ausdrucksweise ist im Gegentheil ziemlich unbestimmt und zwar soll sie bedeuten, dass man beobachten könne, wie der Inhalt in 2—4 Theile zerfalle, d. h. es kommen zum Vorschein 2 — 4 Theile[1]). Bei Vampyrella pendula Cienk.

1) Cienkowsky, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Arch. f. mikr. Anat. 1865. B. I. p. 221 u. 222, Fig. 60 u. 67.

z. B. „zerfällt (der Inhalt) in 2—4 Theile", wie er selbst schreibt; dasselbe gilt seinen Worten nach auch für V. Spirogyrae Cnk. Also kann man glauben, wie es auch an den Zeichnungen sichtbar ist, dass der Inhalt gleichzeitig in 2—4 Theile zerfalle. Häckel gibt in seiner „Monographie der Moneren"[1]) von Vampyrella an: „der eingekapselte ruhende Körper zerfällt erst in 2, dann in 4 Theile," aber dieses „erst" hat er selbst hinzugefügt und durch weitere Untersuchungen an V. Gomphonematis H. als unzutreffend erwiesen. So bei der Gelegenheit der Fortpflanzung dieser Monere schreibt Häckel:[2]) „Neben diesen ganz mit Protoplasma erfüllten Blasen finden sich andere, bei denen die ganze Protoplasma-Füllung in vier gleiche Theile zerfallen ist. Dies sind die Tetrasporen, welche Cienkowsky auch bei seinen drei Vampyrellaarten beobachtet hat. Sie scheinen alle vier gleichzeitig zu entstehen, indem vier gleichweit von einander und vom Centrum der Kugel entfernte Protoplasmapunkte als Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende Substanz wirken. Diese verdichtet sich dabei und presst eine geringe Quantität einer hellen Flüssigkeit aus, die nunmehr die vier Plasmasporen von einander trennt. Wenigstens habe ich bei der Vampyrella Gomphonematis niemals gesehen, dass die Plasmakugel erst bloss in zwei Stücke zerfiele, die sich dann nochmals halbiren." Offenbar, scheint es mir, theilt sich Vampyrella in 2—4 Theile gleichzeitig. Ich werde keine Citate aus Haeckel's Beobachtungen über Protomyxa aurantica[3]), Myxastrum radians[4]) und Protomonas Huxleyi[5]) anführen, wo der Inhalt gleichzeitig in viele Hunderte kleine Sporen zerfällt, von denen jede zu einem Organismus auswächst. Dieselbe Beobachtung war unlängst von O. Grimm an seiner neuen Art, Protomyxa viridana Gr., bestätigt. „Der ganze Inhalt der Cyste," schreibt er[6]), „zerfällt gleichzeitig, wenigstens an der Peripherie, in eine Menge gesonderter Klümpchen, deren Zahl annähernd 200 erreicht."

Aus allem oben angeführten geht ohne Zweifel hervor, dass bei den Moneren Nichts an die Segmentation eines Eies erinnert.

1) Biol. Stud. I. Heft. 1870. p. 72.
2) l. c. p. 165.
3) l. c. p. 24.
4) l. c. p. 35.
5) l. c. p. 172.
6) Grimm, Beiträge zur Kenntniss der Protozoen (russisch), 1877.

Also kann man für die Theilung jeder Plastide zwei Typen aufstellen:

I. Eine allmähliche Theilung der Plastide, erst in 2, dann in 4 u. s. w. Theile; dies ist die Segmentation s. str.

II. Eine gleichzeitige Theilung derselben in mehr oder weniger Theile.

Die erste Art wird niemals bei den Moneren beobachtet, kommt aber nicht selten bei den einzelligen Monadinen, bei der Mehrzahl der Pflanzen und bei allen vielzelligen Organismen vor.

Also stehen offenbar jene Monadinen, die anfangs eine Tendenz zur Bildung einer mehrzelligen Colonie und dann, durch nähere Vereinigung der Einzelindividuen, eines ganzen, vielzelligen selbstständigen Individuums zeigen, höher als jene, die keine Spur solcher Tendenz darbieten und sich durch Segmentation nicht vervielfältigen.

Dieser Standpunkt ist für die Systematik der Monadinen sehr wichtig, da man die einzelligen Arten zunächst in eine solche Gruppe, die durch den Zerfall von mehrzelligen Organismen entstünde, und in eine andere, in der die Einzelligkeit eine primäre Erscheinung, die folglich älter sei. Eben darum muss man die Entwicklungsgeschichte der Mehrzahl der Monadinen möglichst vollständig untersuchen.

Polytoma uvella Ehr.

Polytoma uvella. Ehr. Infus. p. 24, pl. I, Fig. 3_2.

Taf. X, Fig. 19—25.

Diese interessante Monadine hat, wie bekannt zwei ziemlich lange und äusserst dünne Geisseln. Die Körperform ist regelmässig oval (Fig. 18), es giebt bei ihr keine äussere Membran wie es A. Schneider annimmt. Der vordere Körpertheil stellt vorwiegend eine contractile Partie vor, die für verschiedenartige Bewegungen bestimmt ist: hier befindet sich eine oder mehrere pulsirende Vacuolen von verschiedener Grösse, die vorwiegend an der Peripherie des Körpers liegen, hier eben heftet sich die Geissel an den Körper an. Die hintere Hälfte stellt aber vorwiegend eine so zu sagen trophische Partie vor, da hier ausschliesslich sich Nahrungstheilchen und Körner anhäufen, die stark lichtbrechend sind (Fett?), während die vordere Hälfte ganz durchsichtig, farblos ist und kein einziges Körnchen enthält; hier befindet sich auch der runde Kern, von einem hellen Ringe umgeben.

Besonders ist die Fortpflanzung der Monadine interessant. Sie theilt sich zuerst quer oder schief (Fig. 19, 20) in 2 Hälften, in 2 Segmente, dann ohne ihr schnelles Herumschwimmen zu unterbrechen, theilt sich jede Hälfte nochmals in 2 Theile (Fig. 21), welche nicht selten (immer?) eine sehr verlängerte, ovale Gestalt haben (Fig. 22), endlich entsteht aus den 4 Segmenten, durch weitere Theilung, ein Complex von 8 Abtheilungen, die eine kugelförmige Colonie — eine echte Morula — bilden (s. Fig. 23). Nach kurzer Zeit erhält jedes Segment kurze Wimpern, und dann unterscheidet sich die Colonie gar nicht von irgend welcher Uvella. Dieser Umstand beweist folglich, dass unsere Monadine jemals als ein den jetzt lebenden Uvellen ähnlicher Organismus existirte, und aus diesem durch Zerfall der Colonie in Einzelindividuen entstand; dass der Unterschied also zwischen ihr und der Uvella darin besteht, dass bei der letzteren das Colonialstadium eine persistirende Erscheinung, während für Polytoma Uvella dasselbe nur eine rasch vorübergehende Entwicklungsstufe, und dass für sie vielmehr die besondere Existenz jedes Einzelindividuums eine normale, constante Erscheinung darstellt. Also kann darüber kein Zweifel bleiben, dass diese einzellige Monadine das Resultat des Zerfalles einer mehrzelligen Colonie darstellt; und in der That beginnt sehr rasch, nur einige Minuten nach der Bildung der achttheiligen Kugel, jedes Segment, schon mit einer Wimper versehen, aus der Gesammtmasse sich zu entfernen und ganz gleich dem Mutterorganismus zu schwimmen (s. Fig. 24).

Höchst wahrscheinlich bieten viele einzellige Monadinen[1]) dasselbe mehrzellige Stadium, dieselbe Tendenz einen mehrzelligen Organismus zu bilden, dar; doch scheitert diese Tendenz wegen des unzureichenden Zusammenhanges zwischen den einzelnen Segmenten.

Falls die Erscheinungen sich wirklich so verhalten, so muss die Classifikation, wie ich schon oben erwähnte, zunächst auf diese letzteren ihre Aufmerksamkeit lenken.

Wenn man eine grosse Individuenzahl dieser Monadine durchmustert, so kann man sehen wie sie zuweilen stehen bleiben, sich mit ihrer Spitze an den Objectträger oder an das Deckgläschen anheften und nach einiger Zeit sich mit einer ziemlich dicken

1) Siehe z. B. Schneider Beit. z. Nt. d. Infus. Müll. Arch. 1854 über Chlorogonium euchlorum.

Cyste umgeben (s. Fig. 25); das weitere Schicksal dieser Cyste konnte ich nicht verfolgen, doch veranlassen mich Cienkowsky's Beobachtungen[1]) an andern Monadinen zur Annahme, dass diese Encystirung zum Schutz von Austrocknung dient und dass bei günstigen Bedingungen die Monadine durch einen Spalt aus der Cyste ausschlüpft, um ihr Leben wie früher fortzusetzen.

Fundort: Petersburg, in einer Heu-Infusion.

Astasia guttula mihi.

Astasia inflata, Fromentel Etudes p. 313. pl. XXIII, Fig. 34.

Die unter dem Namen von Astasia inflata Duj. bei Fromentel beschriebene Form stellt gar nicht Dujardin's Art vor, die durch eine ziemlich constante, ovale Form und deutliche Streifung der Körperoberfläche charakterisirt wird, während bei A. guttula keine Spur davon existirt und die Körperform höchst veränderlich, die Consistenz sehr flüssig ist, das Thier besteht nur aus einem von einem festeren Ueberzuge umschlossenen Plasmatropfen. Offenbar hat Fromentel weder die Zeichnung gesehen, (die ausserdem bei ihm noch nicht richtig citirt wird), noch hat er die darauf bezügliche Beschreibung gelesen. Der Inhalt dieser Monadine, die immer wenig durchsichtig, von gelblich-brauner Farbe ist, besteht aus vielen lichtbrechenden Körnern von verschiedener Grösse, von gelber Farbe oder farblos, die mir weder den Kern, noch die contractile Vacuole zu sehen erlaubten; doch sah die Vacuole Fromentel.

Diese Art gehört zu den sehr gewöhnlichen; ihre Bewegungen sind langsam, meist sind sie sogar nicht fortschreitend, sondern die ganze Monadine, die Stelle nicht ändernd, biegt und schlängelt sich auf verschiedenste Weise. Ihre Grösse ist bedeutend genug (sie ist grösser als Peranima cylindrica, die auch ziemlich oft gewöhnlich ist), die Geissel aber ist nicht lang, sehr dünn und höchst biegsam und thätig.

Ihr Diameter gleicht bei Powenetz beinahe 0,015‴.

Fundort: 1) Wologda, in einem Graben mit nicht ganz frischem Wasser und Pflanzen, viel (4. Juni 1877). 2) Onega-See bei Po-

1) Arch. f. Mikr. Anat. 1865. Bnd. I.

wenetz, die Flussmündung mit reicher Vegetation (27. Juli 1877). 3) Petersburg, Jelaginsche Teiche, sehr oft (im Frühling 1877 und im Winter, im Aquarium).

Astasia deformis, Fromentel.

Astasia deformis. Fromentel, Etudes, p. 314, Pl. XXIV, Fig. 21.
Taf. X, Fig. 33.

Aus der kurzen Beschreibung, die Fromentel giebt, ist nicht zu ermitteln, was für Fortsätze es seien, mit welchen der Körper der Monadine versehen ist. In Sumsky Possad glückte es mir diese höchst interessante Monadine zu sehen, und dann stellte sich heraus, dass ihr ganzer Körper sich ganz nach Art einer Amöbe bewegt, indem er von der sämmtlichen Oberfläche kurze, kegelförmige Pseudopodien, sowohl wie die ziemlich lange, dünne und in der ganzen Ausdehnung biegsame Geissel aus- und einzieht. Im oberen Körpertheile bemerkt man einen ziemlich grossen, ovalen Kern, der sich durch sein dunkleres Aussehen unterscheidet; am hinteren Ende ist eine contractile Vacuole sichtbar, die energisch pulsirt. Der Körper selbst ist farblos, durchsichtig und enthält wenige kleine Körner. Keine fortschreitende Bewegung sah ich, ich beobachtete nur eine Oscillation an derselben Stelle, von der Bewegung der Geissel verursacht; ausserdem geht eine continuirliche amöboide Bewegung vor sich, welche die Contouren des Körpers gleich wie bei einer Amöbe verändert.

Die Länge des einzigen Exemplars, das ich beobachtete, betrug ungefähr 0,015‴.

Diese eigenthümliche Monadine ist insofern interessant, dass sie eine Uebergangsform zwischen den Amöben und Monadinen vorstellt. Denn einerseits ist ihr Körper Fortsätze auszusenden und seine Form zu ändern befähigt, ganz den Amöben ähnlich, und ohne die Geissel kann sie als eine echte Amöbe betrachtet werden; andererseits hat sie eine Geissel, die ganz mit der bei allen Flagelaten vorkommenden identisch ist. Vielleicht wäre es nicht unpassend wegen solcher Beschaffenheit des Körpers sogar eine neue Gattung aufzustellen, zu der auch dann die aus einem amöbenähnlichen Körper mit einer langen Geissel am Vorderende bestehende Amöba monociliata Carter[1]) gehören

1) Carter. On Freschwater Rhizopoda of England and India. Annals and Magazine of Natur. History. Vol. XIII. Number LXXIII. 1864. p. 21, pl. II, Fig. 19.

sollte; aber diese unterscheidet sich von A. deformis Fr. dadurch, dass ihr Hinterende mit einer ziemlich grossen Zahl sehr kurzer Dörnchen oder Stäbchen versehen ist. Diese Art ist von Carter in den süssen Gewässern Bombay's gefunden.

Jedenfalls stehen solche Arten sehr nahe der von Claparède und Lachmann aufgestellten Gattung Podomosta, bei der die Geissel eingezogen werden kann.

Merotricha bacillata. Nov. gen. et nov. sp.
Taf. X, Fig. 41.

Die Körperform ist regelmässig oval, nicht zusammengedrückt; neben dem Vorderende ist eine kleine Vertiefung oder ein Grübchen bemerkbar, von dessen Grunde sich eine lange, in der ganzen Ausdehnung biegsame Geissel erhebt. Der obere Pol enthält in dem Parenchym etwas kegelartig geordnete Stäbchen, die ziemlich glänzend und nebeneinander senkrecht zur Oberfläche gelegen sind. An anderen Körperstellen lassen sich solche Stäbchen gar nicht wahrnehmen. Diese Monadine ist tief grün gefärbt und enthält ziemlich viele verlängerte Paramilkörperchen, die so gewöhnlich auch in anderen Monadinen und mit den längeren und regelmässig geordneten Stäbchen am oberen Körperende nicht zu verwechseln sind. Gerade unter dem Büschel dieser Stäbchen befindet sich die contractile Vacuole, die in der Mitte des Körpers gelegen ist; der Kern war unsichtbar wegen des undurchsichtigen Körperinhalts. Ich kann Nichts über die Bedeutung der sonderbaren Stäbchen angeben; vielleicht sind es Trichocysten.

Die seitliche Lage der Geissel, die aus einer besonderen Grube herausgeht, veranlasste mich für diese Form eine besondere Gattung aufzustellen; als Artmerkmal soll der Stäbchenbüschel des oberen Körperendes dienen, sowie die regelmässig ovale Form und die grüne Farbe.

Ich fand dieses sonderbare Infusionsthier nur einmal, neben Powenetz, leider habe ich keine Messungen ausgeführt.

Fundort: Onega-See, neben Powenetz, Flussmündung mit üppiger Vegetation (27. Juli 1877).

Euglena viridis, Müll., Ehr.

Euglena viridis Ehr., Infus., p. 108, Pl. VII, Fig. 9. Euglena viridis Dujardin, Hist. d. Infus. p. 361, Pl. VI, Fig. 9 et 19. Euglena viridis Fromentel, Etudes, p. 318, Pl. XXII, Taf. XI, Fig. 38 und 39. Fig. 6 et 7.

Diese schon längst und allgemein bekannte Monadine beob-

achtete ich unter anderen in grosser Menge in Sumsky Possad, an der Küste des Onega-Busens des Weissen Meeres, in einem Süsswassertümpel, mit faulem Wasser und ohne Vegetation. Die Mehrzahl der Individuen schwamm rasch umher und war von auf Fig. 38, Taf. XI abgebildeter Körperform. Der ganze Inhalt mit Ausschluss des obersten Theiles war grün und gleichmässig mit lebhaft gefärbten Paramilkörperchen erfüllt. Doch begegnete man ziemlich selten solchen Exemplaren, die sich durch äusserst langsame Bewegung auszeichneten; zugleich konnte man beobachten, dass bei ihnen (Fig. 38) der Schwanz oder Hintertheil des Körpers ganz farblos und dicht mit denselben Paramilkörperchen erfüllt war, die bei den sich schnell bewegenden durch den ganzen Körper vertheilt waren, während sie bei jenen in andern Theilen ganz fehlten. Offenbar sammeln sie sich alle am Schwanzende. Endlich beobachtete ich noch ein weiteres Stadium, das in Fig. 39 abgebildet ist. Hier sieht man, dass eine Euglena sich mit einer Cyste umgeben hat, die mehr oder minder kugelförmig ist, ungefähr 0,015‴ im Durchmesser hat und aus einer farblosen, doppelt conturirten Hülle besteht. Der Cysteninhalt ist grün gefärbt, feinkörnig, dabei aber formlos und nicht ganz den inneren Cystenraum erfüllend; auch ist noch das rothe „Auge" deutlich wahrzunehmen (Fig. 39, oc.). Im Innern der Cyste, ihrer Wand angenähert, liegt ein fast allseitig von den grünen Ueberbleibseln der Euglene umgebenes kleineres Kügelchen, mit einer dünnen, einfach conturirten Hülle (Fig. 39a), in dessen Centrum sich ein anderes Kügelchen befindet, das nicht ganz den inneren Raum des ersteren ausfüllt und aus dicht aneinander liegenden Paramilkörnern (Fig. 39b) besteht; es sind dieselben Körner, die während des vorhergehenden Stadiums (Fig. 38) sich im Schwanze sammelten. Also ist es offenbar, dass unsere Merotricha während der Encystirung, ausserdem dass sie sich mit einer Hülle umgiebt, noch vorläufig die in ihrem Schwanze angehäuften Paramilkörner ausscheidet und sie mit einer besonderen Hülle versorgt. Was für eine Bedeutung und welch weiteres Schicksal dieselben haben, das alles war mir nicht möglich zu verfolgen.

Fundort: Von Wologda an, weiter nördlich längs der Nördlichen Dwina bis zu Archangelsk, in grosser Menge, überall. Weiter nach Sumsky Possad (27. Juli 1877), Onega-See bei Powenetz und in St. Petersburg, Jelaginsche Teiche.

Urceolus Alenizini, nov. genus et nova species.
Taf. XI, Fig. 1, 2.

Die Körperform erinnert an eine Flasche mit verengertem cylindrischen, oben abgestutzten Hälschen. Der Körper selbst ist in der Mitte stark aufgebläht, dann verjüngt er sich allmählich nach hinten, um in ein kegelartiges, am Ende zugerundetes und mit dem Hälschen gleich langes Schwänzchen überzugehen.

An der oberen, abgestutzten Fläche des Hälschens befindet sich eine weite runde Oeffnung. Das ist der Mund, der in einen Canal übergeht. Dieser Canal oder Schlund zieht durch das ganze Hälschen, indem es sich allmählich verjüngt und da, wo das Hälschen in den Körper übergeht, aufhört. Aus diesem Schlunde, von seinem Boden seitlich abgehend, ragt eine lange und dünne Geissel hervor, die am Grunde etwas dicker ist und dann sich allmählich verjüngt. Nichts destoweniger ist die letztere an ihrer ganzen Ausdehnung beweglich, obwohl freilich der obere, dünnere Theil die Beweglichkeit im höheren Grade zeigt. Die Mundöffnung bleibt nicht immer so weit klaffend, wie es in der Fig. 1 abgebildet ist; zuweilen zieht sie sich zusammen (Fig. 2) und dann erscheint das Ende des Hälschens nicht abgestutzt, sondern zugerundet, aus der Mitte seine Geissel aussendend. Unter dem zusammengezogenen Munde bleibt doch immer der Schlund offen, indem die Schlundhöhle als ein Bläschen erscheint. Die Körperoberfläche ist mit einer dünnen, doppelt-conturirten Cuticula bedeckt. Der undurchsichtige Inhalt besteht aus feineren und gröberen Körnern und aus einer Menge grosser, stark lichtbrechender Tropfen (Fett?). Dies alles macht das Infusorium so undurchsichtig, dass ich weder den Kern, noch die Vacuole auszufinden vermochte.

Die Bewegungen dieser grossen Monadine sind langsam und gleichmässig; gleichzeitig mit der fortschreitenden Bewegung geht auch die Contraction und Formveränderung des Körpers selbst vor sich: bald verlängert sie sich etwas, bald zieht sie sich zusammen, und dann wird der Bauch noch mehr aufgebläht. Das Hälschen kann auch sich bogenförmig biegen und sich verlängern oder zusammenziehen. Doch sind alle diese Bewegungen unbeträchtlich, sie sind nicht im Stande die allgemeine Körperform zu verändern, die doch immer flaschenförmig bleibt.

Ich fand diese schöne Monadine nur einmal im Weissen Meere. Die Länge derselben = 0,039‴, die grösste Breite = 0,024‴.

Ihre Form, namentlich aber die Eigenthümlichkeiten ihres Mundes, von dessen Boden eine Geissel abgeht, wird diese neue Gattung characterisiren. Ich war eine solche aufzustellen genöthigt, da ich diese Monadine zu keiner anderen zu zählen im Stande bin. Die specifischen Namen aber gebe ich dem hochverehrten Mag. Woldemar Alenizin zu Ehren.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, an der Oberfläche, zwischen den Conferven, sehr selten (18. Juli 1877).

Heteromita sulcata, n. sp.

Taf. XI, Fig. 12—14.

Die Körperform ist sehr mannigfaltig: entweder ist sie oval mit zugerundetem Hinterende, oder fast cylindrisch mit gerade abgestutztem Hinterende; das obere Ende ist immer schief abgestutzt. Die vordere Geissel ist entweder der Körperlänge gleich, oder übertrifft dieselbe ein wenig, die hintere dagegen ist kürzer als die vordere. Die Oberfläche ist durch ziemlich tiefe Furchen oder Striche gestreift; man sieht deren 3—4 auf der dem Beobachter zugekehrten Seite, welche ununterbrochen und einander parallel vom obern bis zum unteren Ende ziehen. Das obere Ende enthält eine ziemlich grosse und deutlich sichtbare contractile Vacuole, im unteren aber befinden sich in grosser Menge Körner, von denen im oberen keine Spur zu bemerken ist. Das ist eine bei den Monadinen ziemlich allgemein verbreitete Erscheinung. Das Vorderende erscheint bei ihnen vorwiegend als Centrum aller motorischen, animalen Functionen, wie die Contraction der Vacuole, die Bewegung der Geissel; das hintere dagegen functionirt mehr als ein Organ vegetativen Lebens. Die Bewegungen sind gleichmässig und langsam.

Der Form nach kann man also Varietas ovata (Fig. 14) und truncata (Fig. 13) unterscheiden, die in zwei ganz verschiedenen Localitäten gefunden waren. Ausserdem werde ich noch eine Heteromita erwähnen (Fig. 12), die ich mit der Var. ovata zusammen fand und die der letzteren sowohl der Form (das schief abgeschnittene Ende), als auch der Grösse der Geissel und Lagerung der Vacuole nach ganz ähnlich ist und sich nur durch vollständigen Mangel der Streifung unterscheidet; darum wage ich es nicht, dieselbe zu einer neuen Art zu rechnen und bin vielmehr sie entweder für eine besondere Varietas, die eine Uebergangsform

von unserer Art zu anderen nicht gestreiften vorstelle, oder für eine junge, noch nicht vollständig entwickelte H. sulcata zu halten geneigt. Höchst wahrscheinlich ist die von Fromentel unter dem Namen von Plocotia vitrea Dujar.[1]) beschriebene Form eben unsere Heteromita; allenfalls stellt sie keineswegs die echte Dujardin'sche Ploc. vitrea[2]) vor, eine rein marine Art, die er dessenungeachtet citirt.

Fundort: Varietas truncata in Sumsky Possad, an der Küste des Weissen Meeres, ein Süsswassergraben mit faulem Wasser, ohne Pflanzen (23. Juli 1877). Varietas ovalis in Nördlicher Dwina, unweit vom Dorfe Beresniki (11. Juni 1877).

Heteromita cylindrica, n. sp.

Taf. XI, Fig. 8.

Die Körperform ist cylindrisch, die Länge übertrifft mehr als zweimal die Breite, an beiden Enden ist sie ganz gleich und regelmässig zugerundet. Das hintere Flagellum ist mehr als zweimal länger als der Körper, das vordere nur wenig länger. Die grosse Vacuole liegt in der oberen Körperhälfte. Die Körner, deren es nicht zu viele giebt, sind im Körper mehr oder minder gleichmässig vertheilt. Sie bewegt sich so ziemlich ruckweise. Die Länge = 0,015‴, die Breite = 0,0084‴.

Diese Heteromita fand ich im Weissen Meere, an der Oberfläche.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, Mitte Juli 1877.

Heteromita adunca, n. sp.

Taf. XI, Fig. 4.

Diese Art stellt eines der kleinsten Infusorien und kommt sehr oft im Weissen Meere vor. Ihr Körper ist oval, hinten regelmässig zugerundet, vorn in eine lange Spitze, rostrum, ausgezogen, die stark nach der Seite gekrümmt ist und an dem zugespitzten Ende zwei Geisseln trägt. Die vordere ist ein wenig länger als der Körper; die hintere aber ist mehr als zweimal so lang als der letztere. Die contractile Vacuole lingt in der oberen Körperhälfte.

1) Fromentel. Etudes, p. 323, pl. XXIII, Fig. 52—53 und einem Citate nach Pritchard Infus. p. 512, pl. XXVI, Fig. 10.

2) Dujardin, Hist. nat. d. Infus. p. 316, pl. V, Fig. 3.

Der Körper ist farblos und sehr durchsichtig, da die Körner sehr klein und in geringer Zahl vorhanden sind. Die Bewegungen sind äusserst schnell und ordnungslos, zickzackförmig, sie wirft sich so zu sagen nach allen Seiten.

Die Länge = ungefähr 0,003‴.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Kloster-Bucht, an der Oberfläche und in jeder Infusion, aber nur im Meereswasser, oft (im Sommer 1877).

Rhizopoda.

Clathrulina Cienkowskii, nova species.

Taf. X, Fig. 34.

Diese zweite Art der Clathrulina, die mir im Onega-See bei Powenetz vorkam, bietet den höchsten Grad der Schönheit und Eleganz dar.

Das kugelförmige Köpfchen sitzt auf einem sehr langen und dünnen Sticle, der leicht gebogen und von überall gleicher Breite (ungefähr 0,001‴) ist. Das Köpfchen hat 0,027‴ im Durchmesser, ist ganz regelmässig rund, mit runden Oeffnungen von 0,0051‴ im Durchmesser, die ganz symmetrisch vertheilt sind, so dass eine centrale Oeffnung von 6 peripheren umgeben wird. In einer dem grossen Kreise nach geordneten Reihe befinden sich etwa 10 Oeffnungen, so dass man von der dem Beobachter zugewendeten Seite im ganzen 5 solche Oeffnungen zählen kann, die der Reihe nach geordnet sind. Das Kieselskelet selbst, d. h. die das gitterförmige Köpfchen bildenden Balken sind ziemlich dünn und wo deren 3 zusammentreten, entsteht eine kleine dreieckige Fläche, die in ihrem Centrum, auf der Aussenfläche, je einen dornförmigen Fortsatz tragen. Diese Dorne sind ziemlich kurz, cylinderförmig, an ihren Enden zugerundet und zur Kugeloberfläche senkrecht gestellt. An den Balken selbst begegnet man solchen Dörnchen niemals und darum wird jede Oeffnung immer nur von 6 solchen Dörnchen umgeben, die der ganzen Oberfläche ein dorniges, bewaffnetes Aussehen verleihen.

Innerhalb dieser kieseligen Gitterkugel befindet sich ein schwer

wahrzunehmender, runder, körniger, auch kugelförmiger Körper, der an seiner sämmtlichen Oberfläche lange, spitze und verhältnissmässig dicke Pseudopodien aussendet, die immer ganz gerade bleiben, sich niemals verästeln und anastomosiren, und scheinbar von sehr dichter Consistenz sind; in ihnen bemerkte ich keine Körnchenbewegung. Indem ich das Thierchen beobachtete, bemerkte ich nach kurzer Zeit, wie der kugelförmige Körper sich durch eine ringförmige Einschnürung zu halbiren begann; dessenungeachtet verblieben die Pseudopodien ebenso wie früher gestreckt; endlich trat eine fast völlige Theilung der Kugel in zwei Theile ein und das schien nicht im mindesten die Scheinfüsschen zu beeinflussen, die immer gestreckt verblieben, gleich ob Nichts geschehen wäre. Sowohl die Schale, als auch der Körper selbst dieser Art waren ganz farblos; nur enthielt der letztere zuweilen ziemlich viele gefärbte Körnchen. Es sass auf Klümpchen verwesenden organischen Stoffes.

Diese höchst elegante Art unterscheidet sich von der Cl. elegans sowohl durch die Länge des Stieles und grössere Regelmässigkeit der Gitterstructur des Köpfchens, als auch durch die Anwesenheit von kurzen, cylindrischen, an den Enden zugerundeten Dornen, die die Oberfläche des Köpfchens überziehen. Endlich dienen zum Unterschiede auch die verhältnissmässig dicken, sich nicht verästelnden Pseudopodien.

Die specifische Benennung gebe ich unserem hochverehrten Gelehrten, Herrn Cienkowsky, zu Ehren, der diese Gattung zuerst fand und aufstellte.

Fundort: Onega-See, neben Powenetz, Flussmündung mit üppiger Vegetation, 27. Juli 1877.

Pleurophrys angulata, n. sp.

Taf. X, Fig. 14 u. 14a.

Die Form der Schale ist eiförmig-oval, mit einem regelmässig zugerundeten Hinterende und ein wenig engeren, gerade abgestutzten, mit einer weiten runden Mündung versehenen Vorderende. Die Schale ist gar nicht comprimirt, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn sich das Thier vertical zum Beobachter stellt (Fig. 14a); doch ebensowohl ist sie auch nicht rund, sondern ganz deutlich sechsseitig, mit zugerundeten Kanten, so dass, wenn man sie der Axe nach betrachtet, die Contouren sich

als ein deutliches Sechseck mit mehr oder minder zugerundeten Ecken darstellen.

Die Schale besteht aus ziemlich groben Sandkörnern, wodurch sie ganz undurchsichtig wird; sie hat keine bestimmte Färbung, oder ist bläulich-grau, wie es im Allgemeinen bei sämmtlichen Difflugien mit Sandkörnchen vorkommt.

Die Pseudopodien sind sehr lang und höchst dünn, fadenförmig, wenig verästelt, nicht anastomosirend. Ich bemerkte in ihnen keine Körnchenbewegung, im Allgemeinen kommen ihre Bewegungen und Veränderungen höchst langsam zu Stande. Ihre Consistenz scheint sehr dicht zu sein. Das Thier bewegt sich fast immer Kopf abwärts und das Hinterende nach oben gewendet.

Die Breite der Schale = ungefähr 0,03‴.

Diese Art stellt die zweite in dieser Gattung vor, die zuerst von Cl. und Lach.[1]) für die einzige Art Pl. sphaerica aufgestellt war. Die letztere ist jüngst nochmals namentlich von Hertwig und Lesser[2]) untersucht worden. Von dieser Art unterscheidet sich unsere vorwiegend durch die Form der Schale, die breiter und sechsseitig ist, dann noch durch die Abwesenheit der braunen Färbung, gröbere Sandkörner, dünnere, ganz durchsichtige, körnchenlose Pseudopodien.

Fundort: Onega-See, Mündung eines kleinen Flusses mit üppiger Vegetation.

Difflugia spiralis Ehr.

Difflugia spiralis Ehr. Monatsber. der Berl. Ak. d. Wissensch. 1840, p. 199. Difflugia spiralis Carter, on freschwater Rhizop. Ann. a. Mag. Nat. Hist. V. XIII. 1864, p. 29, pl. I, Fig. 9. Difflugia proteiformis var. spiralis. Wallich, Ann. a. Mag. of N. History 1864. V. XIII, p. 240, pl. XVI, Fig. 24, 25. Taf. X, Fig. 15.

Es sind zwei Varietäten dieser Schale bekannt, deren eine mit regelmässigen verlängerten und ordnungslos zerstreuten Stäbchen bedeckt ist (cf. Wallich, Ann. and Mag. pl. XVI, Fig. 24), während bei der anderen die Schale von unregelmässigen Sandkörnchen gebildet wird (Wallich l. c. Fig. 25). Hertwig und Lesser glauben, dass die erste von Beiden jenes Substrat dar-

1) Etudes, p. 455.

2) Hertwig und Lesser, Ueber Rhizopoden, Arch. f. mikr. An. B. X. 1874. Supplementheft p. 135, Taf. III, Fig. 4.

stellen solle, an welches die Steinchen der zweiten angekittet werden, so dass also aus der ersten die zweite entstehen könne. Doch beweist die Form, die ich im Onega-See fand, dass jene Ansicht unrichtig ist und dass jenes Substrat nur von einer structurlosen dünnen Membran gebildet wird. Die von mir beobachtete D. spiralis hat wirklich eine Schale, die aus einem Häutchen besteht, das aber nicht ganz glatt, sondern mit kleinen und ganz unregelmässigen Vertiefungen bedeckt ist, dabei aber keine Spur von irgend welchen an ihrer Oberfläche angekitteten Stäbchen oder Sandkörnern zeigt. Darum ist die Schale ziemlich durchsichtig und es lässt sich die Contour des innern Körpers, sowie in diesem letzteren mehrere runde, ziemlich glänzende Kügelchen wahrnehmen, die wahrscheinlich Embryonen sind. Das ziemlich dünnflüssige Protoplasma tritt aus dem Hälschen gleich einer kleinen Platte, die noch fingerartige, cylindrische Pseudopodien aussendet, hervor.

Die grösste Länge = 0,066‴, der Durchmesser = 0,048‴.

Fundort: Onega-See, bei Powenetz, Flussmündung mit üppiger Vegetation (27. Juli 1877).

Difflugia Solowetzkii, nov. sp.

Taf. X, Fig. 17.

Die Körperform ist eine herzförmig verlängerte, mit gleich wie bei D. acuminata zugespitztem Hinterende, und mit verengertem, stark eingeschnürtem, mit beträchtlich umgebogenen Rändern versehenem Vorderende. Die Schale besteht aus unregelmässigen Sandkörnern, die zum Hinterende sich immer verkleinern.

Die Länge = 0,09‴, die grösste Breite = 0,052‴.

Ihren umgebogenen Rändern nach steht diese Form der Dif. proteiformis var. lageniformis Wallich[1]) nahe; doch unterscheidet sie sich durch das zugespitzte Hinterende, das, wie es scheint, niemals bei der oben genannten Varietät vorkommt.

Hyalodiscus Korotnewi, nov. sp.

Taf. XI, Fig. 20—26.

Diese höchst eigenthümliche Amöbine gehört zur Gattung

1) Annals and Mag. of Nat. H. Vol. XIII 1864, p. 240, pl. XVI, Fig. 15, 16. Diese Varietät, wie viele andere ihrer Varietäten, stellt eine selbstständige Art — D. lageniformis — vor.

Hyalodiscus (Hertwig und Lesser, l. c. p. 54), mit der ich auch die Gattung Plakopus zu vereinigen mich genöthigt fühle. Diese letzte Gattung ist von Franz Eilhard Schulze[1]) für solche amöbenartige Thiere aufgestellt, die an ihrer Oberfläche dünne und breite, plattenähnliche Pseudopodien aussenden. Er beschrieb nur eine Art, Plakopus ruber, die er in Deutschland, im süssen Wasser fand, und die sich durch ziegelrothe, dem Körper dieselbe Färbung verleihende Körner charakterisirt. Die zu beschreibende Art wurde von mir im Weissen Meere (im Juli 1877) gefunden. Sie stellt also eine zweite Art dieser interessanten Gattung vor und unterscheidet sich, abgesehen von der Abwesenheit der Färbung, durch ihre vollständige Farblosigkeit, sowie durch andere Details in der Form der Pseudopodien und Platten, worüber weiter die Rede sein wird.

H. Korotnewi kann die verschiedensten Formen, sowohl hinsichtlich der Körpergestalt selbst, als auch der Pseudopodien annehmen; es gelang mir viel grössere Mannigfaltigkeit, als es bei H. (Plakopus) ruber geschah, zu beobachten. Aber am meisten charakteristisch und augenfällig ist die Anwesenheit ausser gewöhnlichen Pseudopodien noch von besonderen Organen, die einem Segel oder einer farblosen Membran ähneln und die Nichts anderes als eigenthümlich modificirte Pseudopodien sind. Die Fig. 20—26 der Taf. XI veranschaulichen die verschiedenen Stadien, die der Hyalodiscus unter meinen Augen durchmachte. Auf der Fig. 20 ist er in jenem Zustande abgebildet, wenn er eine fast regelmässige Kugelform, mit wenigen (5—8) kurzen, cylindrischen an den Enden zugerundeten Pseudopodien hat; hier sieht man keine Spur weder von plattenförmigen Pseudopodien, noch von anderen dünnen, zugespitzten Scheinfüsschen, die weiter unten noch beschrieben werden. Solche Form dauert aber nur kurze Zeit; indem man die Beobachtung noch ein wenig fortsetzt, kann man gleich bemerken, dass eins oder mehrere der cylindrischen Tentakel sich zu verlängern, zu verdünnen und am Ende, wo sie in einen höchst dünnen, sich aus dem Gesicht rasch verlierenden Faden übergehen, zuzuspitzen beginnen. Gleichzeitig bemerkt man, dass an den Seiten der Tentakel, von deren Grunde an beginnend, sich höchst dünne, voll-

1) Fr. E. Schulze, Rhizopodenstudien IV. Arch. f. mikr. Anat. B. XI 1875, p. 348. Taf. XIX, Fig. 9—15.

kommen farblose und durchsichtige, anfangs kaum bemerkliche Häutchen bilden. Vom Körperrande an ziehen diese Häutchen an beiden Seiten der Pseudopodien, sich immer nach dem Ende zu verschmälernd (Taf. XI, Fig. 21). Dieses Häutchen oder Plättchen kann beim Grunde und dann weiter hin mit den Nachbarhäutchen, die den benachbarten Tentakeln angehören, zusammenfliessen; diese letztere mit ihrem Nachbarn u. s. w., bis endlich auf diese Art mehrere Pseudopodien sich durch dieses dünne Häutchen, anfangs beim Grunde und dann, nach der Massgabe der Entwicklung des Häutchens, immer weiter und weiter, fast in der ganzen Ausdehnung vereinigen; und so entsteht etwas dem Froschfusse mit seiner Schwimmhaut ähnliches (s. Taf. XI, Fig. 24, 26 und 23). Doch überragen die Pseudopodienenden fast immer die Ränder des Verbindungshäutchens, und sind im Allgemeinen immer in ihrer ganzen Ausdehnung sichtbar, denn sie sind viel dicker als das Häutchen selbst, auf dem sie einem Blattnerven ähnlich verlaufen, und dabei noch mehr oder weniger Körner enthalten. In diesem Stadium giebt es ausser zugespitzten und hautartigen Pseudopodien entweder gar keine andere (Fig. 26), oder, an den Stellen wo sich noch keine Häutchen gebildet haben, auch kurze, cylindrische stumpfe Pseudopodien bemerkbar sind (Fig. 21). Als ein äusserstes Produkt der Entwicklung der Häutchen zeigt sich die Form, die auf der Taf. XI, Fig. 26 abgebildet ist. Hier sieht man den ganzen Körper von einer breiten, structurlosen Platte umgeben, die aus der Vereinigung der den einzelnen Pseudopodien angehörenden entstanden ist. Die letzteren gehen radienartig um den ganzen verlängert-ovalen Körper ab, ziehen über das Häutchen und, indem sie allmählich sich verjüngen, überragen sie die Ränder desselben noch um eine ziemlich grosse Strecke. In diesem Stadium sieht man nicht mehr jene kurzen, stumpfen, cylindrischen Pseudopodien, die ausschliesslich auf der Fig. 20 vorkamen. Dabei ist noch zu bemerken, dass auch die Form des Körpers selbst, früher rund cylindrisch, sich verändern kann, indem sie entweder in eine ovale, oder spindelförmige, oder eiförmige übergeht. Alle diese Häutchenbildungen und die Vereinigung mehrerer Pseudopodien mittelst derselben können nur auf einer Seite entstehen, während auf der anderen keine Spur davon zu sehen ist: dort verbleiben entweder die ursprünglichen, kurzen, cylindrischen

Pseudopodien (Fig. 22), oder sie fehlen hier überhaupt ganz (Fig. 23).

Aber darin erschöpft sich nicht die ganze Mannigfaltigkeit der Gestalten, die H. Korotnewi darbieten kann. Indem er beständig und verschiedenartig seine Form ändert, nimmt er zuweilen jene schon erwähnte Kugelform an, bei der auf einer Seite ein fächerartiges Häutchen mit darüber ziehenden spitzen Pseudopodien, auf der anderen gar keine Platten und Pseudopodien überhaupt sich befinden (Fig. 23). Und dann, von dieser Form ausgehend, glückt uns zuweilen dieselbe fächerartige Platte auf einer Seite zu beobachten, aber die im vorhergehenden Stadium so deutlichen Pseudopodien sind ganz verschwunden, haben sich wahrscheinlich eingezogen, auch sind überhaupt keine Pseudopodien sichtbar (Fig. 25).

Zuweilen sieht man übrigens auf der entgegengesetzten Seite einfache, kurze, cylindrische Pseudopodien (Fig. 22) ohne jegliche Platten, während gleichzeitig das Häutchen sich auf dem grösseren Theil des Körperumfanges ausbreitet, und das so entstandene segelartige Scheinfüsschen verleiht dem ganzen Thiere ein höchst eigenthümliches Aussehen.

Was die Ränder der Platte betrifft, so sind sie meistens gerade, ausgezogen-wellig, zuweilen leicht gekerbt, zuweilen aber — übrigens nur dann, wenn über die Platte keine Pseudopodien ziehen — konnte man bemerken, dass die Häutchenränder deutliche, ziemlich breite Kegel aussendeten, die wahrscheinlich jenen dünnen, nur einmal bei seinem H. ruber von F. E. Schulze beobachteten Fäden entsprechen [1]). Ich muss noch einen wichtigen Unterschied zwischen beiden Arten erwähnen. Der Hyalodiscus des Weissen Meeres, wie es aus den Zeichnungen deutlich ist, sendet seine Fortsätze nur an einem Körperumfange aus, nicht aber von der sämmtlichen Oberfläche, wie man es bei H. ruber beobachtet; deswegen können beim letzteren aus den Häutchen trichterförmige Vertiefungen entstehen, was ich niemals bei der Art des Weissen Meeres beobachtete, obwohl ich die Möglichkeit desselben nicht läugnen will.

Was den Körperinhalt betrifft, so besteht er aus einer dünnen Schicht eines gar nicht scharf abgesonderten, ein Häutchen bilden-

1) Arch. f. mikr. Anat. XI. p. 351.

den Ectoplasmas und aus einem körnigen Endoplasma. Die letztere enthält in sehr reichlicher Menge Körner von verschiedenster Grösse, von denen einige stark lichtbrechend, aber alle ganz farblos sind; überhaupt lässt sich gar kein Pigment im Innern des Körpers beobachten. Wenn man die Bildung einer Platte beobachtet, so ist sie immer sehr scharf von dem körnigen Körper geschieden, indem sie immer farblos, durchsichtig und ganz ohne jegliche Körner bleibt. Anders verhalten sich die Pseudopodien, namentlich die cylindrischen, die eine grössere oder geringere Menge Körner enthalten können. Ausserdem bemerkt man im Körper ganz deutlich und scharf einen runden Kern, von ziemlich ansehnlicher Grösse, aber ohne ein helles Feld in seiner Umgebung; dann sieht man noch eine sehr scharf hervortretende Vacuole, die kleiner als der Nucleus ist und sich ziemlich energisch zusammenzieht. Bei H. Korotnewi bemerkt man Nichts von jenen zahlreichen, von Fr. Schulze beobachteten Vacuolen. Die Consistenz des Plasma ist eine ziemlich dichte, das Thier „fliesst" nicht, die Bewegungen sind ruhig und langsam.

Nachdem ich den beschriebenen Organismus fand, stellten sich mir ziemlich grosse Schwierigkeiten entgegen: ich wusste nicht, ob ich ihn zur von F. Schulze aufgestellten Gattung Plakopus, oder zu dem von Hertwig und Lesser[1]) beschriebenen Hyalodiscus zählen müsse. Meiner Meinung stehen diese beiden Genera einander sehr nahe, wie es aus der Diagnosis der letzteren deutlich wird. Dieselbe lautet nämlich: „Körper schalenlos, scheibenförmig ohne Fortsätze, durch eine gleichmässige Contractilität aller seiner Theile sich vorwärts bewegend, in Ektosark und Endosark differenzirt. Das von homogenem Ektosark umschlossene Endosark bedingt eine buckelförmige Hervorwölbung desselben und enthält den Kern und die (contractilen?) Blasen."

Also erscheint bei seinem H. rubicundus am meisten ausser jener Art der Bewegung, noch die hyaline, dünne, körnchenlose, nach Art einer Scheibe ringförmig den aufgeblähten, körnigen Körper umgebende Schicht. Dasselbe aber wird bei Plakopus ruber[2]) und bei meinem Hyalodiscus beobachtet (s. Taf. XI, Fig. 22), so dass der wichtigste Charakter der Gattung Plakopus —

1) L. c. p. 54, Taf. II, Fig. 5A und B.

2) F. E. Schulze, Arch. f. mikr. Anat. XI. 1875. Taf. XIX, Fig. 9.

die plattenförmige Bildung — sich in derselben Weise wie bei Hyalodiscus beobachten lässt. Der letzte unterscheidet sich aber darin, dass seine Platte höchst constant ist, weder verschwindet sie, noch wiedererscheint, sondern immer in demselben Zustande verbleibt. Weiter besteht noch ein Unterschied darin, dass über die Platte keine zugespitzten Pseudopodien verlaufen, wie wir es bei den Plakopusarten beobachten, sowie überhaupt Pseudopodien fehlen. Aber auch dieser letztere Umstand kann nicht als Gattungsmerkmal dienen, da er höchst unconstant ist, wie es aus der Beschreibung deutlich sein muss; die Art des Weissen Meeres kann zuweilen eine solche Form annehmen, welche ausser der dünnen, durchsichtigen, den körnigen Körper fast allerseits umgebenden Platte keine Spur irgend welcher Pseudopodien darbietet, wie dies z. B. auf der Taf. XI, Fig. 25 oder noch besser 22 zu sehen ist: an der letzteren ist die Platte grösser, und auch ohne über dieselbe ziehenden Pseudopodien. Also nimmt die beschriebene Art bald die Charactere der Gattung Hyalodiscus, bald die des Plakopus; und dies zeigt uns deutlich, dass es beide Gattungen in eine einzige zu vereinigen nöthig ist, die der Priorität wegen den von Hertwig und Lesser gegebenen Namen erhalten muss. Was die grössere Constanz der Form bei Hyalodiscus betrifft, so kann dieses Merkmal als ein guter Artcharacter dienen, der H. rubicundus H. L. von H. ruber F. E. Schulze und H. Korotnewi mihi unterscheiden soll.

Den Artnamen gebe ich unserem Zoologen Alexis Korotnew zu Ehren.

Die Grösse ist sehr unbeträchtlich, ungefähr 0,009‴ oder 0,01‴ im Durchmesser.

Ich fand diese Form im Weissen Meere, in rein salzigem (nicht brackischen) Wasser.

Die kurze Charakteristik wird folgenderweise lauten:

Hyalodiscus, runder oder länglicher, ganz farbloser, dreierlei Fortsätze aussendend:

1) kurze, stumpfe, cylindrische Pseudopodien;

2) lange zugespitzte, sich allmählich verjüngende Pseudopodien;

3) durchsichtige, körnchenlose Häutchen, die immer (?) in einer Ebene entstehen, sich zuweilen mit den Pseudopodien der zweiten Art vereinigen, zuweilen aber ganz homogen, ohne blattnervenähnliche Gebilde sind. Der runde Kern ohne helles Feld,

eine einzige kleine, deutliche, pulsirende Vacuole. Die Fortpflanzung ist unbekannt. Lebt im Meere.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, in der Klosterbucht, zwischen den Algen (20. Juli 1877).

Amoeba verrucosa, Ehr.

Amoeba verrucosa, Ehr. Infus. p. 126. Taf. VIII, Fig. 11. Amoeba verrucosa Duj. H. N. d. Inf. p. 236. Taf. XI, Fig. 33—35.

Nicht ohne gewissen Zweifel zähle ich die vorliegende Form zur Ehrenberg'schen Art, von der sie sich durch ihre ziemlich rasche Bewegung und zuweilen ziemlich lange, kegelförmige oder cylindrische Pseudopodien unterscheidet. In Wologda hat sie einen Durchmesser 0,036‴, in Summa 0,02‴ und in Powenetz 0,025‴. Die Körperform ist höchst veränderlich. Der Körper kann entweder gar keine Pseudopodien aussenden, oder sie sind lappenförmig, oder endlich können sie sich ziemlich stark verlängern. Der Inhalt besteht ausser fremdartigen Gegenständen, Diatomeen und Algen, auch noch aus feinen und anderen das Licht stärker brechenden, grösseren Körnern. Im Onega-See kam mir Gelegenheit vor eine interessante Erscheinung zu beobachten. An einer Seite, am Rande, fing das Protoplasma ein kleines Höckerchen zu bilden an. Dieses Höckerchen vergrösserte sich immer dem Volum nach, und gleichzeitig verengerte sich immer der Isthmus, der es mit dem Mutterorganismus vereinigte. Noch während dieser Zeit nahm das Höckerchen verschiedenste Formen an, zeigte amöbenartige Bewegungen und, indem es endlich einen Durchmesser von annähernd 0,005‴ erreichte, riss es ab und schwamm, sich ganz als eine kleine Amöbe bewegend, fort. Dieser ganze Embryo bestand nur aus dem durchsichtigen Ektoplasma, ohne jegliche Spur der Körnigkeit, ohne Kern und Vacuole. Nur dann wurde meine Aufmerksamkeit auf ein ganz ähnliches, sich bewegendes kleines Körperchen gelenkt, das neben dem Mutterorganismus kroch und das sich offenbar von derselben Amöbe noch früher abschnürte. Also pflanzt sich diese Amöbe durch eine ganz regelmässige Knospung, d. h. durch einen Vorgang, der, obwohl der Theilung nahe steht, sich aber darin unterscheidet, dass hier die Erblichkeit nicht mehr so verständlich, wie bei einfacher Theilung erscheint, denn hier wird mit einem kleinen Stückchen des Ectoplasma allein auch die Fähigkeit sich einen Kern, Entoplasma, eine bestimmte

Form, Consistenz u. s. w. auszubilden überliefert. So viel ich weiss, war bis jetzt der Vorgang der Knospung bei anderen Amöben nicht beobachtet.

Fundort: 1) Wologda, im Graben mit nicht ganz frischem Wasser (5. Juni 1877); 2) Onega-See, bei Powenetz, Flussmündung mit üppiger Vegetation (27. Juni 1877); 3) Petersburg, Jelaginsche Teiche und Aquarium, in Menge.

Amoeba crassa, Duj.

Amoeba crassa Duj., Hist. d. Inf. p. 238.
Taf. XI, Fig. 28.

Die zwei Amöben, die ich weiter beschreiben werde, gehören zu den „flüssigen" Amöben, d. h. zu solchen, die nicht kriechen, sondern „fliessen", wie ein Tropfen dicker Flüssigkeit.

Gegenwärtig ist es schwer mit Entschiedenheit zu sagen, ob die von mir in Menge im Weissen Meere aufgefundene Amöbe zu A. crassa Duj. gehöre, oder eine besondere Art darstelle; doch ist die erste Vermuthung sehr wahrscheinlich, um so mehr, da beide Arten im Meere gefunden sind. Darum wird es nicht überflüssig sein, sowohl eine etwas detaillirtere Beschreibung als eine Zeichnung zu geben (Taf. XI, Fig. 28).

Amoeba crassa ist die grösste der von mir im Weissen Meere beobachteten marinen Amöben, indem ihr Durchmesser ungefähr 0,03‴ misst.

Sie besteht aus einem deutlichen durchsichtigen und körnchenlosen Ektoplasma und aus einem Endoplasma, dessen reichlicher brauner Inhalt aus grossen, ganz runden und glänzenden, kleinen Körnern, als aus Diatomeen, Odontellen-Resten etc. besteht. Ausserdem bemerkt man dort selbstverständlich einen Kern und eine Vacuole (leider finde ich weder in den Noten, noch in den Zeichnungen etwas von der letzteren). Die Bewegungen dieser Art sind ziemlich rasch und werden am besten durch das Wort „Fliessen" characterisirt. Dabei fliesst sie nicht immer regelmässig, sondern zuweilen stossweise, bald langsamer, dann plötzlich schneller. Die Consistenz ist sehr flüssig, sie sendet eigentlich keine Pseudopodien aus, wenn man für solche nicht die breiten Körperlappen mit dem breiteren Streifen des körnchenlosen Ektoplasma's hält. Da wo man die neue Anfahrt baut (gegen Swiatija Worota des Solowetzkyschen Klosters), wächst in Menge auf dem schlammig-san-

digen Boden Enteromorpha intestinalis, und eben hier im Schlamme und Sande wimmeln Milliarden unserer Amöben.

Einst beobachtete ich den Theilungsvorgang bei einem besonders gut genährten Individuum: beide Hälften waren fast gleich, und schon durch einen engen Isthmus verbunden; in einer Hälfte war nur ein Kern zu bemerken, in der anderen zwei, ganz deutlich contourirt. Wahrscheinlich äusserten beide Hälften die grösste Anstrengung um ihr Ziel — sich von einander abzutheilen — zu erreichen; dabei bewegten sie sich nach entgegengesetzten Richtungen.

Amoeba minuta, nov. sp.
Taf. XI. Fig. 27.

Der Form, der Consistenz, den Pseudopodien nach ist sie sehr der vorhergehenden ähnlich und ebenso kommt sie in Menge vor. Darum kann man leicht beide Arten umgrenzen, die sich im Folgenden unterscheiden: 1) durch verschiedene Dimensionen. Das ist ein sehr constantes Merkmal, und dass es sich nicht um eine junge, noch nicht reife Form derselben A. crassa handelt, wird dadurch bewiesen, dass ich auch hier die Theilung beobachtete. Der Durchmesser ist annähernd 0,009‴; 2) durch verschiedenen Körperinhalt, derselbe ist hier immer farblos, feinkörniger, es gibt keine Diatomeen oder andere gröbere Körper, so dass die Amöbe im Ganzen durchsichtiger und der Kern deutlicher ist. Die Bewegungen sind ebenso schnell, aber die Consistenz ist gleichsam ein wenig dicker, doch immer flüssig. Es ist ein interessanter Umstand, dass man sehr oft beobachten kann, wie diese Amöbe farblose, durchsichtige, der Länge nach 2—3 Mal den Durchmesser der Amöbe selbst übertreffende Fäden aus ihrem Innern auslässt. Sie kriecht gleichsam von einem solchen Faden herab, und zuweilen kann ein Individuum mehrere Fäden ausstrecken. Ich glaube, dass es Rückstände der Nahrung sind, irgend welche Fäden mikroskopischer Pilze oder Odontellen, oder endlich eine Diatomeenart, die sich durch zwei dünne, biegsame, an den Enden ihres spindelförmigen Körpers angebrachte Fäden unterscheidet (Nitschiella). Ich begegnete ihr an derselben Stelle, wie der ersten Art, zuweilen aber fand ich sie massenhaft, während A. crassa nicht zu sehen war; dies spricht auch zu Gunsten der Selbstständigkeit beider Arten.

Ich stelle für die beschriebene Amöbe eine neue Art auf,

denn in der vorhandenen Literatur bietet sich mir keine dar, zu der man sie ohne Zweifel zählen könne.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Insel, Kloster-Bucht, an der Küste bei Swjatija Worota (Heiliges Thor), am Boden, im Schlamme und Sande, in Menge (im Sommer 1877).

Amoeba papillata, nov. sp.

Taf. XI, Fig. 31 und 32.

Diese schöne Amöbe kam mir nur in einem einzigen-Exemplare vor, in einem Süsswasser-Tümpel an der Nördlichen Dwina. Ihre Form ist rund, sogar fast kugelförmig; sie ist ziemlich durchsichtig, mit deutlichem Ektoplasma und feinkörnigem Endoplasma. Im allgemeinen ist die Consistenz ziemlich dicht. Am meisten sind für diese Art ihre kurzen, cylindrischen, an den Enden zugerundeten Pseudopodien, die in grosser Zahl ganz regelmässig und symmetrisch vertheilt sind, ohne im mindesten die allgemeine runde Form der Amöbe zu beeinträchtigen. Im Innern, im Centrum, oder am Rande ist eine colossale contractile Vacuole gelegen und ein viel (zweimal) kleinerer matt aussehender Kern, der sehr scharf gesondert ist. Wenn die Amöbe sich bewegt (und ihre Bewegungen sind äusserst langsam, man kann sogar sagen — unmerklich), so sendet sie an irgend einem Punkte einen breiten, fast ausschliesslich aus Ektoplasma bestehenden, kein Endoplasma enthaltenden und keine Pseudopodien tragenden Lappen aus. Dabei bleibt der grössere Körpertheil, seine Begrenzung und seine Tentakeln, unbeweglich. Der Körper misst ungefähr = 0,0075mm im Durchmesser.

Fundort: Nördliche Dwina, am Halbwege zwischen Welikij-Ustjug und Archangelsk, in einem Tümpel nahe dem Flusse (11. Juni 1877).

Amoeba angulata nov. sp.

Taf. XI, Fig. 3.

Hinsichtlich der Amöben mit mehreren Vacuolen, die Claparède[1]) der Aufmerksamkeit der Forscher besonders empfiehlt, kann ich zwei Arten erwähnen, die ich beschreiben werde (ohne die dritte marine — A. filifera zu zählen). Erstens beobachtete

1) Etudes etc. p. 440.

ich in St. Petersburg A. angulata mihi, die sich durch ihre farbloses, durchsichtiges Plasma charakterisirt, das zweierlei Körner, äussert feine und andere (deren es nur wenige gibt), viel grössere und stark lichtbrechende enthält. Dann kann man im Körper ausser einem kleinen, runden Kern noch etwa 3 contractile Vacuolen finden, die aber nach aussen nicht wie bei A. emittens, von der später die Rede sein wird, ausgeschieden werden, sondern sich im Innern des Körpers selbst zusammenziehen. Endlich sind noch die wenigen dicken, am Ende zugespitzten (doch nicht wie bei Am. filifera (s. S. 209), mit welcher Am. angulata viel Aehnlichkeit hat) und die Gestalt dicker, breiter Kegel habenden, vom Körper ausgehenden Pseudopodien charakteristisch.

Der Durchmesser = 0,0235‴, die Bewegungen sind schnell.

Fundort: Petersburg, Jelaginsche Teiche, zwischen den Moosen und Algen (23. Mai 1877).

Amoeba Jelaginia, nov. sp.

Taf. XI, Fig. 29 und 30.

Diese von mir in den Jelaginschen Teichen, unweit Petersburg, aufgefundene Art unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass ihre Pseudopodien sich nicht zuspitzen, sondern aus ziemlich stumpfen, lappenartigen und zugerundeten Fortsätzen bestehen, sowie auch durch ihren stark-körnigen Inhalt, der diese Art undurchsichtiger als A. angulata macht.

Die Körperform ist höchst mannigfaltig. Der Körper sendet kurze, runde Lappen aus; die Bewegungen werden übrigens nicht mittelst der letzteren, sondern des Ueberfliessens der ganzen Masse der Amöbe ausgeführt. Der Körperinhalt besteht aus feinen und gröberen Körnern, und sowohl die erste als auch die letzteren sind in grosser Menge vorhanden. Das Ektoplasma ist deutlich vom Endoplasma geschieden. Ausser dem Kerne sind noch einige Vacuolen sichtbar, die sich im Innern des Körpers sehr schnell zusammenziehen, nicht aber nach Aussen bersten, wie wir es bei Am. emittens sehen (s. S. 205). Die Consistenz ist flüssig, die Bewegung rasch. Der Durchmesser 0,02‴ — 0,04‴. Sehr gewöhnlich.

Fundort: Petersburg, Jelaginsche Teiche, am Boden, im Sande und Schlamme (23. Mai 1877), in grosser Menge.

Amoeba emittens, nov. sp.
Taf. XI, Fig. 6—11.

Für diese Amöbe, die ich in Archangelsk und in Petersburg, in meinem Aquarium mit Wasser aus den Jelaginschen Teichen, beobachtete, ist sehr gut die Beschreibung, die Dujardin von Am. limax giebt, anwendbar. Er beschreibt nämlich die letztere: „Longue de 0,10, Large de 0,03 diaphane, arrondie aux deux bouts, très peu lobée, glissant sur le verre dans une direction presque rectiligne, contenant des granules très distints et une vacuole trèz prononcée.“ In Vielem stimmt die Beschreibung mit meiner Amöbe, in Vielem aber weicht sie auch von derselben ab. Der Körper ist auch bei ihr immer verlängert, an den Enden zugerundet, fast keine Pseudopodien sind vorhanden, an der Stelle derselben sieht man bei ihr nur kaum bemerkbare Lappen des Körpers selbst. Der Körperinhalt ist aber verschieden: es giebt hier keine Körner, oder die letzteren sind so klein, dass sie gar sich nicht herausheben, man sieht nur einen Staub, im Ektoplasma bemerkt man sogar diesen nicht, es ist ganz durchsichtig. Ausserdem ist deutlich ein kleiner matt aussehender Kern und eine deutlich contractile Vacuole sichtbar, die immer im hinteren Körpertheile gelegen ist. Die Bewegungen bestehen aus einem Fliessen, das aber sehr eigenthümlich ist, es fliesst nur der Vordertheil und nur selten die Seitentheile, der ganze übrige Körper folgt aber dem Vordertheile und, da dieser immer geradlinig fliesst, so ist die Bewegung der Amöbe höchst regelmässig, indem sie nur sehr selten von dieser Richtung abweicht, aber wenn auch dies geschieht, so beginnt sie von neuem lange Zeit geradlinig fortzuschreiten. Während dieser Bewegung bleibt die Vacuole gleichsam zurück, und darum nähert sie sich immer mehr dem hinteren Körperrande. Aber wenn sie auch diesen erreicht hatte, setzt sich noch ihr Zurückbleiben fort und dann überragt sie, von einer Ektoplasmaschicht umgeben, den Rand, indem sie höckerartig denselben vorwölbt (Fig. 9). Wenn dieser Höcker sich schon beträchtlich vergrössert, so dass die Vacuole ganz aus dem Körper herausgetreten ist Fig. 10, dann wird eine momentane Verschwindung der Vacuole beobachtet: die Ektoplasmawandungen platzen, der Vacuoleninhalt giesst sich nach aussen und nachher bemerkt man an der Stelle der früheren Vacuole noch während einiger Zeit eine geringe Erhebung, die auch rasch ver-

schwindet, wonach der hintere Rand wie vom Anfange an zugerundet erscheint und die Amöbe eine Weile ohne Vacuole bleibt. Doch bemerkt man nach kurzer Zeit im hinteren Drittel des Körpers ein kleines Pünktchen, das immer wächst, in eine contractile Vacuole übergehend, die von neuem dem hinteren Körperende sich nähert, dasselbe nach aussen vorwölbt und platzt, dann wird sie von neuem gebildet u. s. w. Ich beobachtete die Bewegungen dieser Amöbe während einiger Stunden und niemals gelang es mir zu sehen, dass die Vacuole, sich contrahirend, im Innern des Körpers verbleibe. Dieser Umstand, sowie die schöne, geradlinige, regelmässige Bewegung sind für diese Art sehr charakteristisch. Ihrer Vacuole nach ist diese Amöbe sehr der A. villosa ähnlich, doch hat sie mit der letzteren ausser diesem Verhältnisse nichts gemein. Bei beiden tritt aber mit auffallender Deutlichkeit die Bedeutung der Vacuole hervor. Hier sieht man unzweifelhaft, dass die Vacuole der Rhizopoden und Infusorien kein Analogon des Herzens oder Respirationsorgans, sondern im Gegentheil nichts anderes als ein Excretionsorgan darstellt, durch den das Plasma sich von dem überflüssigen Wasser befreit. Und dies ist selbstverständlich. Irgend welche Vorticelle z. B. erregt einen so heftigen Strudel und folglich einen Austausch der sie bespülenden Flüssigkeit, ausserdem nimmt sie mit der Nahrung zusammen eine für sie enorme Wassermenge, die noch durch das Imbibitionsvermögen des Protoplasma gesteigert wird. Bei der Amöbe spielt die Hauptrolle ausser dem bespülenden Wasser noch das ins Innere durch die eben erwähnte Eigenschaft durchgedrungene Wasser, so dass kein Mangel, sondern vielmehr ein Ueberfluss der Körperflüssigkeit sie stören könnte und folglich die speciell zur Irrigation der innern Körpertheile dienenden Vorrichtungen ganz überflüssig wären. Es wären eher Vorrichtungen zu erwarten, die zur Befreiung der Amöbe von zur Respiration unnützem, durch Oxydation verdorbenem, seinen Sauerstoff verlierenden und mit Kohlensäure gesättigten Wasser dienen könnten. Wenn man sogar voraussetzt, dass die Amöbe immer noch wenig oxydirende Flüssigkeit habe, so wird auch dann sehr unbegreiflich sein, wie die contractilen Vacuolen solche Leistungen vollziehen können. Denn die Vacuolen selbst entstehen durch Zusammenfluss in einem gemeinsamen Sammelpunkte einer Menge unbemerklicher winziger Strömungen, die von allen Theilen des Infusoriums herankommen; wird es dann logisch sein zu vermuthen, dass die Flüssigkeit von

neuem dahin, woher sie kam, zurückkehre, um das Plasma, welches sie eben durchströmte, zu oxydiren? Ist also die Ansicht nicht angemessener, dass die Flüssigkeit, die das Infusorium durchtränkt, nachdem sie das Plasma so viel als möglich oxydirt hatte, für dasselbe unbrauchbar werde und darum eliminirt werden müsse, sonst könnte nicht frischeres Wasser eindringen, denn der Organismus kann nur ein begrenztes Wasservolum enthalten und nichts mehr. Sowie aber diese Elimination ohne besondere Vorrichtung sich nicht vollziehen kann, da das Thier selbst im Wasser lebt, so sammelt sich das „Venen-Wasser" in eine Vacuole und aus dieser wird es durch die Contraction und den Druck des Plasma auf jenem oder anderem Wege nach aussen gestossen. Es wäre nicht der Mühe werth, dass sich ein für die Protozoen so complicirter Apparat wie die Vacuole ausbilden würde, um nur mehr Wasser aufzunehmen: dies kann durch den Mund oder durch die Imbibition viel einfacher erreicht werden. Anders dagegen ist es für die Befreiung vom Ueberschuss oder für die Ausscheidung desselben aus dem Körper. Zu diesem Zwecke ist eben ein solcher complicirter Apparat, eine Art Pumpe erforderlich, denn die Lebensbedingungen, d. h. das Wasser, lässt eine andere, einfachere Art der Wasserausscheidung, wie Verdunstung, Ausfluss u. a. nicht zu; hier wird eine gewisse mechanische Arbeit erforderlich. Die Consistenz des Thieres ist flüssig, es fliesst, die Bewegungen sind schnell. Die Länge in Archangelsk = 0,018'''—0,02'''.

Fundort: 1) St. Petersburg, in meinem Aquarium, dessen Wasser aus den Jelaginschen Teichen (im Winter 1876) stammt; 2) Archangelsk, in einem Graben mit faulem Wasser und üppiger Vegetation (13. Juni 1877).

Amoeba alveolata, nov. sp.

Taf. XI, Fig. 40.

An der Küste der Solowetzky-Inseln, beim Eingange in die Kloster-Bucht, fliesst einer ganzen Reihe kleiner Inselchen gegenüber ein kleiner Bach süssen Wassers; bei seiner Mündung, da wo das Wasser, obwohl salzig, doch im beträchtlichen Grade, besonders während der Ebbe, mit süssem Wasser vermischt ist, wachsen Algen, zwischen denen, mit verschiedenen Infusorien zusammen, ich auch diese eigenthümliche Amöbe fand. Ihre Form ist höchst

variabel, sie sendet grosse kegelförmige Pseudopodien, oder kurze und breite Lappen aus. Am meisten ist für sie ihr Inhalt charakteristisch, der fast gänzlich aus einer grossen Menge (mehreren Zehnen) ziemlich grosser Vacuolen besteht; dieselben aber ziehen sich nicht zusammen, sondern enthalten eine helle Flüssigkeit, wahrscheinlich Meereswasser. Die Form dieser Vacuolen ist zuweilen regelmässig kuglig, öfter aber unregelmässig, doch ist ihre Grösse so ziemlich gleich. Diese Vacuolen sind so zahlreich und liegen so dicht nebeneinander, dass von dem Körper selbst dem Protoplasma nur ein unbeträchtliches Netz oder ein Geflecht Fasern und Balken bleibt, und nur von aussen eine ununterbrochene Schicht des Ektoplasmas das Ganze umgiebt. Also hat die ganze Amöbe eine höchst schwammige Structur. Ausserdem bemerkt man im Innern derselben zweierlei Körner: die einen sind fein, im Geflechte der Plasmafäden und theils in der äusseren ununterbrochenen Schicht gelegen; die anderen sind in einer sehr geringen Zahl (im Ganzen 4) vorhanden, grösser, regelmässig rund und stark lichtbrechend; aller Wahrscheinlichkeit nach sind es Oelkugeln. Endlich bemerkt man in der äusseren zusammenhängenden Schicht einen kleinen Kern. Hinsichtlich der Vacuolen erinnere ich mich Nichts, in meinen Noten ist Nichts davon gesagt. Die Grösse ist sehr bedeutend, die Amöbe hat beinahe 0,021‴ im Durchmesser; sie ist farblos und sehr durchsichtig, die Bewegungen sind langsam, die Consistenz ist mässig.

Es ist, meines Wissens wenigstens, keine Amöbe bekannt, bei der das Vacuolensystem so entwickelt und bei der die schwammige Structur so ausgeprägt wäre. Darum drängt sich unausweislich die Frage nach der Ursache solcher Structur, solcher ausschliesslichen Erscheinung auf. So wie diese Erscheinung äusserst ausschliesslich ist, so muss auch die Ursache davon eine eben so ausschliessliche sein, und dieselbe aufsuchend, müssen wir ausser Acht die gewöhnlichen Lebensbedingungen sowohl der oben beschriebenen marinen als der Süsswasser-Amöben lassen, unsere Aufmerksamkeit dagegen ganz auf die ausschliesslichen Bedingungen des vorliegenden Falles lenken. Dabei fällt gerade der Umstand auf, dass A. alveolata im Brackwasser lebt und dabei noch bei der Mündung eines Baches, folglich in einem Orte, wo Ebbe und Fluth ihren Einfluss ausüben können. Dies zeigt uns schon fast mit Gewissheit, dass die Ursache dieser Form, dieser

Structur eben in dieser, ganz ausschliesslichen Bedingung liegen muss, da alle übrigen Amöben entweder ausschliesslich marin, oder ausschliesslich Süsswasserbewohner sind.

Betrachten wir nur, wie man die Entstehung dieser Form bei solchen Bedingungen zu erklären hat. Ich glaube, dass es folgenderweise geschehen kann. Setzen wir voraus, dass diese Amöbe anfangs rein marin, nur zum Leben im Meereswasser befähigt war. Wenn eine solche in die Bedingungen der A. alveolata gerathen ist, d. h. bei der Mündung eines Süsswasser-Baches lebt, dann bekommt es ihr während der Fluth, der Zunahme also des Salzgehalts bei der Mündung, wohl, das Wasser wird dann stark salzig, fast ganz dem Meereswasser ähnlich. Aber nach Abschluss der auf einiger Strecke sogar in den Bach hinauf steigenden Fluth tritt die Ebbe ins Spiel; darum verdünnt das immer zunehmende süsse Wasser den Salzgehalt bei der Mündung, das Wasser wird hier immer süsser; dann bekommt es der Amöbe schlecht. Es werden sich selbstverständlich rasch und stark solche Eigenschaften entwickeln, die ihre Qualen vermindern werden; und gerade solche Anpassungen werden von jenen Räumen in Körper vorgestellt, die, während der Ebbe mit salzigen, im Organismus verbleibenden Meereswasser erfüllt, für die Amöbe das abwesende salzige Wasser ersetzen, indem sie von dem in ihrem Innern enthaltenen bespült wird. Diese Organisationsverhältnisse tragen also dazu bei, dass die Amöbe leichter die für ihre ungünstige Bedingung — die periodische Versüssung des Wassers — erträgt; kurz, dieses Reserviren des Salzwassers begünstigt ihre Anpassung an's umgebende Medium. Und je grösserer Vorrath des Salzwassers für die Amöbe möglich ist, desto mehr wird von ihm der Körper bespült werden, d. h. je mehr sie Vacuolen haben wird, desto vortheilhafter wird es dem Organismus sein; darum also sehen wir bei der Mündung eine Amöbe mit so enormer Vacuolenzahl.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Mündung des in die Kloster-Bucht fliessenden Baches (Juli, 1877).

Amoeba filifera, nov. sp.

Taf. XI, Fig. 41—42.

Die Körperform ist bei dieser Amöbe ziemlich constant, kugelförmig oder verlängert. Nach allen Seiten sendet sie Aus-

wüchse, Pseudopodien aus, die ihrer Form nach höchst charakteristisch sind: am Grunde sind die Pseudopodien ziemlich breit und dann verengern sie sich rasch, so dass ein länglicher, doch nicht zu langer Kegel entsteht. Am zugespitzten Ende gehen die Pseudopodien in einen dünnen Faden über, der sich bald aus dem Gesicht verliert. Zuweilen theilt sich der Kegel, anstatt sich zuzuspitzen um in einen Faden überzugehen, und dann erscheint der Kegel mit zwei Fäden versehen. Im Innern des Körpers sieht man einen ziemlich grossen, matten Kern und zwei sehr beträchtliche Vacuolen (wahrscheinlich ist die Zahl 2 nicht als eine constante anzusehen). Ausserdem kann man im Innern des Körpers Nichts unterscheiden, man sieht kein winziges Körnchen, es ist ganz farblos und durchsichtig, wie die Tentakeln. Die Bewegungen sind äusserst langsam und ruhig; die Consistenz sehr dicht, die Amöbe fliesst nicht. Der Körperdurchmesser ohne Pseudopodien = beinahe 0,001 mm. Für diese Art ist folglich die dicke Consistenz des Körpers, die im Innern desselben sich zusammenziehenden Vacuolen, die Form der aus mit einem Faden versehenen Kegeln bestehenden Pseudopodien charakteristisch.

Fundort: Weisses Meer, bei den Solowetzky-Inseln, in der Kloster-Bucht, zwischen den Algen, ein Exemplar (18. Juli 1877).

Monera Haeckel.

Von den Moneren beobachtete ich nur 4 Arten, von denen drei marin, und eine Süsswasserbewohner ist. Aus den marinen stellt die Eine neue Gattung vor, die ich E. Häckel, dem Begründer der Gruppe, zu Ehren Häckelina [1]) nenne. Ausserdem fand

1) Jüngst wurde von Bessels ein Rhizopod gefunden, das er Haeckelina gigantea Bes. benannte. (Jen. Zeitschr. B. XV, 1874, S. 264—279.) Da aber dieselbe Art noch in den 50er Jahren von Sandall gefunden und unter dem Namen von Astrorrhiza beschrieben war, muss der letztere Namen der Priorität wegen erhalten werden und der Name Haeckelina bleibt folglich erledigt.

Hier will ich beiläufig in Betreff des Rhizopoden Astrorrhiza einige Bemerkungen machen: Seit Sandall fand man sie mehr als einmal und jeder Entdecker belegte sie mit einem neuen generischen Namen, so dass jetzt

ich eine neue Art Protamöba, die ich Herrn O. Grimm zu Ehren P. Grimmi nenne.

Haeckelina, novum genus.

Alle bis jetzt bekannten Moneren haben jenes Merkmal gemein, dass sie freie Organismen darstellen, die während der thätigen Lebensperioden, also wenn sie nicht encystirt sind, herumwandern. Meine Gattung wird eben durch jenes Merkmal charakterisirt, dass sie nicht frei, sondern mittelst eines mehr oder weniger langen Stieles angeheftet ist, so dass das Thier nicht wandern kann. Ohne Zweifel erscheint ein solcher Stiel schon als ein Resultat der Differenzirung, einer gewissen Vervollkommnung, oder richtiger Complizirung; darum muss diese Gattung im System höher als jene gestellt werden, die das ganze Leben hindurch nur aus einem homogenen Plasmaklümpchen, ohne jegliche Organe, ausser den Pseudopodien bestehen. Aber, abgesehen von diesem Stiele, ist Häckelina in allen übrigen Verhältnissen einer gewöhnlichen Monere ähnlich, der Körper besteht aus einer Protoplasma-Kugel ohne Kern und Vacuole, die an der ganzen Oberfläche Tentakeln aussendet, folglich höchst mögliche Einfachheit darbietet. Also ist die Diagnosis dieser neuen Gattung, die bisweilen nur eine Art einschliesst, wie folgt:

Diagnosis. Der Organismus besteht aus einem Protoplasmakörper, ohne Kern und Vacuolen, mit dünnen, keine Geflechte bildenden Pseudopodien, und aus einem mehr oder weniger langen Stiele, dessen unteres Ende an fremde Gegenstände angeheftet ist, während am oberen Ende der Körper selbst sitzt. Der Stiel besteht nicht aus dem Plasma, sondern ist eine Ausscheidung desselben. Die Fortpflanzung ist unbekannt. Lebt im Meereswasser.

Haeckelina borealis, nov. sp.

Taf. XI, Fig. 5.

Als ich an die Solowetzky-Inseln im Jahre 1877 kam, so

zwischen den Synonymen der Gattung Astrorrhiza sich folgende Benennungen finden: Astrodiscus, Arenistella, Ammodiscus und Haeckelina.

Jedenfalls, so viel ich weiss, war der von mir der Monere des Weissen Meeres gegebene Namen ausser dem obigen Rhizopoden noch keinem Thiere gegeben.

brachte ich schon nach der ersten Excursion (an der Küste) Algen, die in der Tiefe der Kloster-Bucht wachsen, und auf einer solchen Conferven fand ich diesen interessanten Organismus. Er sitzt auf einem beinahe 0,15‴ langen und verhältnissmässig sehr dünnen Stiele, da die Breite desselben 0,0025‴ nicht übertraf. Dieser Stiel ist ganz farblos und durchsichtig, gewöhnlich aber nicht ganz gerade, sondern verschiedenartig und zierlich gebogen. Uebrigens erreicht er nicht immer eine so beträchtliche Höhe, denn später, 28. Juni, fand ich auf einer andern, pelagisch d. h. mittelst des Müller'schen Netzes gefangenen Alge, ein Exemplar dieses Organismus, bei dem der Stiel fast zweimal kürzer war, obwohl die Breite unveränderlich blieb. In der Mitte des Stieles kann man keinen Canal bemerken, seine Contouren sind einfach, also ist er nicht hohl. Seine Bildung erklärt sich ebenso wie bei Podophrya Lyngbyi, deren Stiele er ganz analog ist; das ist eine Ausscheidung des Protoplasma, die beständig nur immer an demselben Orte, an der unteren Oberfläche vor sich geht. Die Breite des Stieles bleibt überall gleich. Am oberen Ende desselben ist der runde, oft regelmässig-kugelförmige Körper der Monere selbst angeheftet. Die Contouren dieser Kugel sind sehr scharf; wenn man sie während langer Zeit beobachtet, dann sieht man wie sie ein wenig ihre Form ändert: dies geht langsam vor sich und die Kugel wird dadurch etwas eckig. Nach einigen Stunden bemerkte ich, dass die früher regelmässig kugelförmige Gestalt in eine etwas verlängerte, birnenförmige überging, so dass also der Körper eine wenn auch sehr geringe Bewegung zeigt. Der Inhalt besteht aus Körnern von verschiedener Grösse, einige sind etwas grösser und grünlich oder rosafarbig, andere kleiner und farblos. Zuweilen giebt es gar keine gefärbte Körner. Ausser diesen Körnern bemerkte ich in einem Individuum 3—4 ganz runde, stark lichtbrechende Kugeln, wahrscheinlich Oeltropfen. Weder ein Kern noch eine Vacuole waren vorhanden.

Anfangs bemerkte ich gar nicht die Pseudopodien, so dünn und schwer sichtbar sind sie. Man muss gut den Spiegel des Mikroskopes einstellen, um sie deutlich zu sehen. Sie sind äusserst dünn und farblos, in grosser Zahl vorhanden, verästeln sich aber nicht und bilden niemals Geflechte. Der Durchmesser der Kugel oder des Körpers der Monere selbst gleicht 0,021‴.

Leider konnte ich die vielleicht viel interessantes darbietende

Entwicklungsgeschichte dieser Monere nicht verfolgen, da noch viele andere Arbeiten meine Zeit beanspruchten und mir weniger, als ich es wünschte, mit den Urthieren mich zu beschäftigen gestatteten. Nachdem ich einen ganzen Tag hindurch an dieser Monere ohne Erfolg arbeitete, warf ich die Sache ohne Weiteres weg, den andern Beobachtern, die nach mir die Solowetzky-Inseln besuchen werden, meine Beobachtungen zu vervollständigen überlassend. Dies wird um so leichter sein, als meine Monere in Menge in der Bucht selbst vorkommt (z. B. bei Swiatija Worota, wo auf dem Sande in Menge die grüne Alge — Enteromorpha intestinalis — wächst). Es kann aber daran kein Zweifel sein, dass bei ihr die Cysten- und Sporenbildung vorkommt, dass folglich sie zur höheren Gruppe der Moneren, der Lepomoneren, gehört; zu Gunsten dieser Ansicht spricht auch die differenzirte Form dieses Organismus. Also wird die Diagnosis dieser Art des Weissen Meeres folgende sein.

Haeckelina borealis n. sp. Der Stiel ist durchsichtig, farblos, solid, ohne Canal in der Axe, lang und schmal, an der ganzen Ausdehnung von gleicher Breite = 0,0025‴, mit einem Ende an den Algen angeheftet. Der Körper sitzt auf dem anderen Ende angeheftet, er ist kugelförmig, farblos, erreicht beinahe 0,021‴ im Durchmesser, wenig seine Form durch Contraction ändernd, und enthält ziemlich viele verschiedenartige Körner. Die Pseudopodien sind sehr zart und dünn, der Länge nach sind sie fast dem Kugeldurchmesser gleich und dicht über seine ganze Oberfläche zerstreut. Die Fortpflanzung ist unbekannt.

Fundort: 1) Weisses Meer, Kloster-Bucht, neben Swiatija Worota, auf den Algen, die an der sandigen Küste wachsen, viel (16. Juni 1877). 2) 28. Juni, ebenda, auf den Conferven, die pelagisch gefangen wurden.

Diese Monere ist in jener Hinsicht höchst interessant, dass sie vielleicht als eine Stammform verschiedener niederer, ebenso angeheftet an einem Orte lebender Organismen zu betrachten ist: so z. B. für Acineta, Podophrya, Clathrulina etc. Was die Acineten betrifft, so ist es noch eine Streitfrage, da ihre Entwickelungsgeschichte darauf hinweist, dass diese Formen ehemals eben solche freischwimmende Organismen, als die übrigen Infusorien waren, ihre Saugröhrchen stellen kein Analagon der Pseudopodien der Rhizopoden vor. Was aber die Clathrulina betrifft, so besteht wirk-

lich zwischen beiden eine grosse Aehnlichkeit und höchst wahrscheinlich auch ein naher verwandtschaftlicher Zusammenhang.

Protamoeba Grimmi, n. sp.
Taf. XI, Fig. 36 und 37.

Der Körper besteht aus einem äusserst kleinen farblosen Protoplasmaklümpchen, das farblos, ganz körnerlos, von runder oder ovaler Form ist und circa 0,0045‴ im Durchmesser hat. Der Körper sendet nach allen Seiten (5—7) sehr lange, den Körperdurchmesser viel übertreffende (etwa 8 Mal) und unmessbar dünne Pseudopodien. Mittelst dieser Pseudopodien bewegt sich die Monere ziemlich schnell, indem sie dieselben nach allen Richtungen biegt, und erinnert der allgemeinen Figur nach an irgend welche langbeinige Spinnen (z. B. Phalangium). Die höchst charakteristische Schlankheit und Länge dieser Pseudopodien, die unbeträchtliche Grösse des Körpers selbst und die Abwesenheit irgend welcher Körner unterscheidet sehr scharf diese Art von allen übrigen der Gattung Protamoeba, zu der ich diese Form zu zählen für möglich halte, indem ich mich auf eben solche zuverlässige oder richtiger unzuverlässige Gründe stütze, wie die bei der Aufstellung anderer Arten gebräuchliche, denn es gelingt nicht immer die Fortpflanzung durch einfache Theilung zu beobachten, und noch schwerer ist es sich zu überzeugen, dass die vorliegende Form niemals Cysten bilde.

Die Consistenz des Körpers ist sehr dick, die Veränderungen des Körpers selbst sehr langsam.

Fundort: Weisses Meer, Solowetzky-Inseln, Ende Juli 1877, zwischen den Algen.

Die wenigen Feraminiferen, die ich bis jetzt Gelegenheit hatte zu bestimmen, sind folgende: Truncatulina lobatula, Miliola seminulum L., Polystomella umbillicatula, Rotalina inflata (?), Rotalina nitida, Nonionina Jeffreysii, Patellina corrugata, Textilaria sp. (mit Sand incrustirt) und Spirillina hyalina nov. sp. (völlig hyalin und durchsichtig, glatt und ohne Poren). Was die Radiolarien betrifft, so konnten Herr Professor Nic. Wagner und ich, obgleich wir darnach suchten, kein einziges Exemplar finden.

Allgemeine Folgerungen und Schlüsse über die geographische Verbreitung der Infusorien.

In meiner russisch geschriebenen Arbeit[1]) führte ich im Ganzen 150 Arten (jetzt sind es 151 Arten) der Urthiere aus den verschiedensten Gruppen auf, darunter befinden sich 37 für die Wissenschaft ganz neue Formen, die theils in die alten, theils aber in neu aufgestellte Gattungen vertheilt sind. Alle diese 150 Arten sind für's Weisse Meer und für's Nördliche Russland überhaupt ganz neu, da wir in der Literatur (mit Ausschluss von Petersburg und Jaroslawl) keine Anzeigen hinsichtlich dieses Theiles der Fauna weder für süsse Gewässer, noch für das Weisse Meer selbst finden. Am zahlreichsten werden unter den Protozoen — die Infusorien repräsentirt (121 Arten) und zwischen diesen nehmen der Art nach die erste Stelle der höheren Infusorien die Ciliata und dann die Flagellifera ein. Von Rhizopoden wurden am meisten die Amöbinen oder die nackten Wurzelfüssler aufgefunden. (Wir sehen dabei von den marinen Foraminiferen ab, die ohne Zweifel den bedeutendsten Theil der Rhizopodengruppe bilden.) Dies Alles zeigt die folgende vergleichende Tabelle:

	Zahl der aufgef. Arten:	Davon sind neu:
I. Infusorien:		
1. Ciliata	82	14
2. Acinetina (Suctoria) . .	9	2
3. Flagellifera	30	8
II. Rhizopoda.		
1. Heliozoa	5	1
2. Monothalamia	8	2
3. Amoebina	11	8
III. Monera	4	2
Im Ganzen . . .	150	37

Sowie für meine weitere Zwecke es nöthig sein wird die Süsswasserfauna mit der marinen zu vergleichen, so führe ich der

1) Arbeiten der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft, 1877 (in russischer Sprache) T. VIII (1877).

grösseren Bequemlichkeit wegen ein Verzeichniss aller bis jetzt von mir gefundenen marinen Arten an, die in der allgemeinen Arbeit zu sehr zerstreut sind, um eine Gesammt-Uebersicht zu gestatten. Im Ganzen fand ich 48 Arten der marinen Protozoen.

1. Cothurnia maritima.
2. C. nodosa.
3. C. compressa.
4. C. grandis.
5. C. arcuata.
6. Vorticella Pyrum.
7. V. colorata.
8. Zoothamnium alternans.
9. Zooth. marinum.
10. Epistylis Balanorum.
11. Tintinnus inquilinus.
12. T. denticulatus.
13. T. Ussowi.
14. T. intermedius.
15. Halteria pulex.
16. Strombidium sulcatum.
17. Oxytricha retractilis.
18. O. Wrzesniowskii.
19. O. oculata.
20. Epiclinthes auricularis.
21. Euplotes charon.
22. Styloplotes norwegicus.
23. Aspidisca Andreewi.
24. Ervillia monostyla.
25. Freia ampulla.
26. Balantidium Medusarum.
27. Cyclidium citrinum.
28. Uronema marina.
29. Loxophyllum rostratum.
30. Podophrya fixa.
31. P. conipes.
32. Acineta patula.
33. A. tuberosa.
34. A. Saïfulae.
35. Ceratium divergens.
36. Dinophysis arctica.
37. Euglena deses.
38. Urceolus Alenizini.
39. Heteromita cylindrica.
40. Heteromita aduncа.
41. Hyalodiscus Korotnewi.
42. Amoeba crassa.
43. A. minuta.
44. A. alveolata.
45. A. filifera.
46. Haeckelina borealis.
47. Protamoeba Grimmi.
48. Protamoeba polypodia.

Wenn die Zahl der Süsswasser-Arten, die mir zur Beobachtung kamen, bedeutend die der marinen übertrifft, so kann man es, mindestens theilweise, durch jenen Umstand erklären, dass ich dem Studium der marinen Arten viel weniger Zeit widmen konnte, als für die Untersuchung der süssen Gewässer. In der That glaube ich aber, dass das Meer in dieser Hinsicht kaum den Flüssen, Sümpfen und Seen nachstehe, die nur darum ein solches verhältnissmässiges Reichthum zeigen, dass sie viel mehr Aufmerksamkeit auf sich lenken und eine grössere Zahl Naturforscher sich dem Studium ihrer mikroskopischen Fauna widmete.

Aus der beigefügten vergleichenden Tabelle kann man den

verhältnissmässigen Reichthum der marinen und Süsswasser-Arten nach den einzelnen Abtheilungen sehen:

	Süsswasser-Arten:	Marine Arten:
Infusoria Ciliata	54	29
„ Acinetina	5	5
„ Flagellifera	25	6
Heliozoa	5	—
Monothalamia	8	—
Amoebina	7	5
Monera	1	3
Im Ganzen . . .	105	48

Wie man aus dieser Zusammenstellung sieht, ist das Meer am reichsten mit Acinetinen versehen, sowohl der Zahl der Arten, als auch sehr oft der der Individuen nach. (A. patula, A. tuberosa, P. conipes.) Der gewöhnliche Reichthum aber an Ciliaten im Vergleich mit anderen Gruppen, sowie an Flagelliferen im Vergleich mit Suctorien (Acinetinen) wird im Meere ebenso als in süssen Gewässern erhalten.

In den weiteren Betrachtungen werde ich von den Rhizopoden, grösserer Genauigkeit und Bestimmtheit wegen, ganz absehen und nur die Infusorien, als die einzige mit ziemlicher Ausführlichkeit und Gründlichkeit durchforschte Gruppe, in Betracht ziehen, indem die Amöbinen und Monothalamien so wenig (und dabei nur in wenigen Orten, gelegentlich) bekannt sind, dass irgend welche vergleichende Uebersicht hier noch ganz unmöglich ist. Aber bei diesem Verfahren, d. h. indem ich von den Rhizopoden absehe, muss ich zugleich bemerken, dass eine solche Beschränkung meine Schlüsse eher beeinträchtigt, als sie unterstützt, dass vielmehr mit den Rhizopoden zusammen die Zahlen noch anschaulicher und frappanter jene Verhältnisse zeigten, die sie auch ohne dieselben deutlich machen.

Zunächst will ich auf den Unterschied hinweisen, der zwischen der Süsswasser- und marinen Fauna existirt. Als ich von den Gräben und Flüssen Archangelsk's gerade zu den Meeresküsten der Solowetzky-Inseln überging, so fand ich anfangs keine der von mir schon in Archangelsk und früher aufgefundenen Arten, der ganze Charakter der Fauna änderte sich plötzlich; hier springt der Unterschied zwischen beiden Faunen am auffallendsten

in die Augen. Alle weiteren Ergebnisse sind anschaulich in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Arten des W. Meeres.	Aus denselben sind mit den Süsswasserfaun. gemein.	Das %-Verhäln. d. gemeinen Arten zu den marinen.
Ciliata	29	1	3,4%.
Acinetina	5	1	20 „
Flagellifera . . .	6	1	16,6 „
Im Ganzen .	40	3	7,5%.

Also erwiesen sich aus den 40 von mir aufgefundenen marinen Arten nur 3 oder $7^1/_2$ pCt., namentlich Euplotes charon, Podophrya fixa und Euglena deses (diese letzte Art ist aber höchst zweifelhaft, so dass vielleicht nur 5 pCt.) mit den Formen der süssen, ans Weisse Meer angrenzenden Gewässer identisch; dies zeigt uns schon gleich, in welch' hohem Grade die Meeresfauna selbstständig und von der der süssen Gewässer unabhängig ist, und in welch' hohem Grade die veränderten äusseren Lebensbedingungen der Infusorien, wie der Salzgehalt und die chemische Zusammensetzung im Allgemeinen, Temperatur etc., dieselben tief beeinflussten, indem sie eine vollständige und vollkommene Umbildung des Charakters der Fauna hervorgerufen hatten. In dieser Hinsicht also ist gar kein Unterschied zwischen den Infusorien und höheren Gruppen der Thierorganismen, wie Krebse, Fische etc. zu finden; doch gründet man aus den hinsichtlich der letzteren gewonnenen Thatsachen verschiedene Theorien und Hypothesen über die Verwandtschaft der Meere, über die Veränderungen der Begrenzung der Meere und des Festlandes, während man die Infusorien in dieser Hinsicht für ganz bedeutungslos hält. Einige Materialien, die wir in dieser uns interessirenden Frage zu Hülfe ziehen können, befinden sich in Claparède's und Lachmann's Arbeit, wo diese Forscher eine Menge Thatsachen hinsichtlich der Verbreitung der Infusorien zusammenbrachten. Indem ich alle in ihrem Werke zerstreuten marinen Arten zählte, den die genannten Beobachter an der Norwegischen Küste, von Bergen an, begegneten und deren Zahl sich beinahe zu 75 ergibt, fand ich nicht mehr als zwei Arten mit den Süsswasserformen gemein, d. h. nicht mehr als 2,4 pCt.; alle übrigen sind ausschliesslich marin. Erinnern wir uns ferner der Menge mariner Rhizopoden, Foraminiferen, die Nichts mit den Süsswasser-Monothalamien gemein haben, dann der Süsswasser-Heliozoa und marinen Radiolarien; so wird

dies alles uns deutlich zeigen, dass die marine Protozoen-Fauna etwas ganz anderes, als die der süssen Gewässer ist, dass die niederen Thiere also sich gar nicht so indifferent gegen äussere Bedingungen verhalten, gar nicht so unveränderlich in allen Orten, wo wir sie finden, sind, wie es beim ersten Anblick wegen der äussersten Einfachheit ihrer Organisation scheinen könnte.

Solche einfachen Pflanzenformen wie die Diatomeen und Desmidiaceen, die wohl keineswegs für höher als Protozoen und namentlich Infusorien organisirt zu halten sind, bestätigen auch jenen Schluss, zu dem wir durch Vergleich der Süsswasser- und marinen Formen gekommen sind. Die Süsswasser-Diatomeen stellen eine ganz selbstständige und von der marinen verschiedene Flora; noch schärfer tritt es an den Desmidiaceen hervor, die ausschliesslich im süssen Wasser leben, und von denen bis jetzt keine einzige Art im rein marinen Wasser gefunden war. Und doch gehören sowohl Desmidiaceen als Diatomeen zu den möglichst einfachen und im Vergleich mit so hoch, obwohl eigenthümlich entwickelten und differenzirten Thieren, wie die höheren Repräsentanten der Infusorien — die Ciliata erscheinen, stehen diese Algen auf einer viel niedrigeren Stufe. Daraus folgt, dass die Einfachheit der Organisation keineswegs eine solche Bedingung vorstellt, die den verändernden Einfluss der äusseren Bedingungen auf den Organismus ausschliesse.

So sind wir zum ersten, ganz unzweifelhaften Schlusse gekommen, dass die marine Infusorienfauna, wie die aller übrigen Thiergruppen sich dem Einflusse der äusseren Bedingungen unterordnend, ganz von der der süssen Gewässer verschieden ist.

Indem wir weiter den Gegenstand verfolgen, drängt sich die Frage auf, ob es nicht Unterschiede zwischen den Infusorienfaunen verschiedener Meere, die sich durch ihre physischen und chemischen Verhältnisse unterscheiden, gebe; ob nicht in jedem Meere eine eigentliche Infusorienfauna und ob nicht eine vollständige Analogie hinsichtlich der geographischen Verbreitung der einfachen Organismen mit den in Betreff der Repräsentanten höherer Gruppen bekannten Thatsachen bestehe. Zu diesem Zwecke haben wir die Fauna des Weissen Meeres mit der irgend eines anderen zu vergleichen, und demselben wird am besten und passendsten die Fauna der Norwegischen Küste entsprechen, sowohl wegen der verhältniss-

mässigen Nachbarschaft dieses Meeres mit dem Weissen, als auch darum, weil die Fauna der Küsten Norwegens hinsichtlich der Urthiere ziemlich gut bekannt und, was dabei von besonderer Wichtigkeit ist, annähernd mit demselben Grade der Vollständigkeit, wie es mir hinsichtlich der Infusorienfauna des Weissen Meeres gelang, erforscht ist.

Wie schon oben erwähnt, haben Claparède und Lachmann in ihren Etudes unter anderem ihre faunistischen Untersuchungen hinsichtlich der Protozoenfauna der Norwegischen Küsten dargestellt. Im Meere beobachteten sie etwa 73 rein marine Arten, die sich in süssen Gewässern nicht finden; indem man diese Arten mit denen des Weissen Meeres vergleicht, findet man 17 (d. h. 43 pCt.) beiden Meeren gemeine Arten, die nach verschiedenen Abtheilungen folgenderweise sich vertheilen:

	Norw. M.	Weiss. M.	Gem. Arten.	%-Verh. der gem. Arten zu denen des Weiss. M.
Ciliata . . .	55	29	14	48%
Acinetina . .	7	5	2	40 „
Flagellifera .	14	6[1])	1	17 „
Im Ganzen	76	40	17	43%

Daraus folgt also, dass 43 pCt., d. h. fast eine Hälfte der Arten des Weissen Meeres, aus den mit den Norwegischen Küsten gemeinen Arten zusammengesetzt wird, also steht die Fauna des Weissen Meeres der der benachbarten Norwegischen Küsten am nächsten; in der That, wenn man aus der Zahl der Arten des Weissen Meeres solche Arten ausschliesst, die nur diesem Meere eigenthümlich sind (bis jetzt wenigstens), d. h. alle 18 neue Arten oder 45 pCt., so bleibt nur noch ein sehr unbeträchtlicher Theil, nämlich 12 pCt., aller Arten des Weissen Meeres, die theils aus bei Norwegen nicht gefundenen und in anderen Meeren, wie das Baltische, das Nordmeer, das Mittelländische etc., vorhandenen, theils aus kosmopolitischen Arten bestehen. Freilich sind andere Meere verhältnissmässig sehr wenig in dieser Hinsicht untersucht,

1) Diese Zahl ist ohne Zweifel niedriger als die wirkliche, sowie die 2 folgenden. Das hängt wahrscheinlich davon ab, dass ich grössere Aufmerksamkeit den aller Wahrscheinlichkeit nach zahlreichen Repräsentanten der Familie Peridina, die bekanntlich in allen nördlichen Meeren massenhaft vorkommen, nicht widmen konnte.

um aus dem Vergleich ihrer Faunen irgend welche Schlüsse zu gestatten, doch ist für mich im vorliegenden Falle genügend auf jenes jedenfalls unstreitige Ergebniss hinzuweisen, dass die Infusorienfaunen des Weissen Meeres und Norwegens eine grosse Verwandtschaft zeigen und im hohen Grade ähnlich sind.

Diesen Schluss ins Auge fassend, müssen wir jetzt jenen Umstand berücksichtigen, dass ausser jenen 17 gemeinen Arten, die sowohl im Weissen Meere als bei Norwegen leben, auch noch 18 Arten (d. h. 45 pCt.) existiren, die nur dem Weissen Meere eigenthümlich, nur in ihm gefunden sind, und an den Norwegischen Küsten nicht vorkommen. Man könnte gegen diese Behauptung einwenden, dass vielleicht mehrere meiner neuen, von mir ausschliesslich im Weissen Meere gefundenen Arten sich auch im Norwegischen Meere finden, dass sie aber bis jetzt wegen der Vernachlässigung dieses Theiles der Fauna nicht gefunden seien, dass Schlüsse, nur auf dem Mangel gewisser Arten begründet, nicht plausibel seien, namentlich aber in diesem Falle, wo die geographische Verbreitung überhaupt so wenig bekannt ist. Diese Einwendung scheint mir aber vollständig durch jenen Umstand entkräftet zu werden, dass beide Faunen annähernd mit demselben Grade der Vollständigkeit untersucht sind, dass Claparède und Lachmann ihre Fauna sogar etwas vollständiger durchforschten, als es mir im Weissen Meere gelang. Es ist folglich unmöglich zu vermuthen, dass diese bewährten Beobachter zufällig gerade jene Arten übersahen, die ich im Weissen Meere beobachtete, um so mehr, als einige darunter in grosser Menge vorkommen, z. B. Zoothamnium marinum, Epistylis Balanorum, Tintinnus Ussowi, Oxytricha Wezesniowskii, O. oculata, Aspidisca Andreewi, Balantidium Medusarum, Podophrya conipes; alle diese Arten gehören zu den gewöhnlichsten des Weissen Meeres, so dass, wenn sie auch in dem Norwegischen existirten, es ganz unglaublich wäre, dass Claparède und Lachmann ihnen nicht begegneten und sie darum übersähen. Wir müssen vielmehr zugeben, dass jene Arten wirklich dem Norwegischen Meere fehlen, dass sie ausschliesslich dem Weissen Meere angehören oder später auch in anderen, rein polaren Meeren zu finden sind, in Meeren also, die kälter als die verhältnissmässig ziemlich warmen Norwegischen sind.

Wenn für die gleich angeführten Arten im hohen Grade wahrscheinlich ist, dass sie speciell dem Weissen Meere angehören,

oder überhaupt an den norwegischen Küsten nicht vorkommen, so wird für zwei Arten, namentlich Tintinnus Ussowi und Podophrya conipes, diese Wahrscheinlichkeit zur vollständigen Gewissheit. Und wirklich, obwohl diese zwei Arten zwei bonae species mit sehr constanten Merkmalen vorstellen, stehen sie im nächsten genetischen Zusammenhange, eine mit T. subulatus, die andere mit P. Lynbyi und stammen ohne Zweifel von den letzteren her (oder umgekehrt); doch fand ich weder diese, noch jene Art, die höchst gemein in Norwegen sind, im Weissen Meere. Dagegen sind hier T. Ussowi und P. conipes äusserst gemein und sind keineswegs zu übersehen. Darum glaube ich, dass in Norwegen gewiss weder T. Ussowi, noch P. conipes vorkommt. Diese zwei Arten haben sich unter dem Einflusse der veränderten Bedingungen des umgebenden Mediums umgebildet und verwandelten sich in zwei besondere, die mässigeren Meere charakterisirende Arten. Aus allem obigen geht also hervor, dass nicht nur die Meeresfauna der Infusorien von der der süssen Gewässer verschieden ist, dass aber auch die Faunen benachbarter Meere, zuweilen sogar von einander ganz unweit abstehender, wie z. B. das Weisse und Norwegische Meer, desto nicht weniger sehr bedeutend oder jedenfalls mehr oder weniger von einander abweichen können, sich dem Einflusse der veränderten Bedingungen des umgebenden Mediums unterordnend.

Wenn man sogar zulässt, dass nicht alle 45 Arten wirklich rein polare oder dem Weissen Meere eigenthümliche Arten, dass einige davon noch in Norwegen zu finden seien, bleibt doch unzweifelhaft, dass andere und gerade die gewöhnlichsten, am öftesten vorkommenden Arten stets beide Faunen unterscheiden und ganz unstreitig beweisen, dass zwei benachbarte Gebiete, die sich von einander durch Temperatur, Salzgehalt[1]) und andere Bedingungen unterscheiden, auch durch den Charakter der Infusorien-

1) Aus der chemischen Analyse, die unser Chemiker Schmidt ausgeführt hat, folgt, dass der Salzgehalt des Weissen Meeres an der Oberfläche ziemlich bedeutend hinter dem Salzgehalte des Oceans steht. Doch ist immer zu berücksichtigen, dass dieser Schluss nur die Meeresoberfläche betrifft. Was aber den Salzgehalt der Tiefe betrifft, so wurden in dieser Hinsicht noch keine genaueren Beobachtungen, d. h. chemische Analysen, gemacht; es kann aber sehr leicht geschehen, dass hier der Salzgehalt entweder dem des Oceans gleiche, oder von ihm viel weniger als der der Oberfläche sich unterscheide.

fauna von einander abweichen und in dieser Hinsicht sogar keinen wesentlichen Unterschied von den in Betreff aller anderen Thier- und Pflanzengruppen bekannten Thatsachen darbieten. Hier wäre es auch nicht überflüssig zu erinnern, dass die Foraminiferen oder marinen Rhizopoden in sehr hohem Grade die Abhängigkeit ihrer Organisation von äusseren Einflüssen zeigen; die Faunen verschiedener Meere weichen ziemlich stark von einander ab.

Dann lenke ich die Aufmerksamkeit auf jenen interessanten Umstand, dass trotz meiner Bemühungen und namentlich der Nachsuchungen des Prof. N. Wagner, wir beide keinen einzigen Repräsentanten der Meeresradiolarien auffinden konnten, obgleich sowohl N. Wagner als ich das Weisse Meer schon zum zweiten Male besuchten. Also ist offenbar, dass es entweder gar keine Radiolarien in diesem Meere giebt, oder, wenn sie sich dort auch befinden, so sind sie so wenig zahlreich, dass es schwer ist ihnen zu begegnen. Und doch begegnet man in wärmeren Meeren und selbst an den Küsten Norwegens, besonders aber im Mittelmeere den Repräsentanten dieser Gruppe der Protozoen in grosser Menge.

Das ist auch eine sehr viel bedeutende Thatsache, die uns zeigt, dass das Studium der Protozoenfauna verschiedener Gebiete keineswegs den Schluss gestattet, zu dem einige Forscher gekommen sind, nämlich, „dass die einfachsten Organismen sich am indifferentesten gegen das sie umgebende Medium, gegen die äusseren Bedingungen, verhalten, da sie der Einfachheit ihrer Organisation wegen am meisten stabil sind“. Die Einfachheit der Organisation scheint hier gar keine Rolle zu spielen, die einfachste, ebenso wie die complicirteste Maschine ändern sich in gleicher Weise unter dem Einflusse des sie umgebenden Mediums, beide verrosten in feuchter Luft; wenn aber die complicirtere Maschine in jener Hinsicht minder beständig ist, dass sie eher verderben wird, so hängt es gar nicht von den äusseren Bedingungen, sondern von dem Functioniren, von der Arbeitleistung der Maschine selbst ab. Solch eine Ansicht kann aber ohne Weiteres auf eine Zelle nicht übertragen werden, denn der Lebensvorgang wirkt keineswegs zerstörend auf ihre Structur selbst, wie es in einer Maschine geschieht, dann lässt sich auch der Lebensvorgang mit der Arbeit einer Maschine nicht vergleichen. Folglich stellt sich a priori kein Widerspruch der Annahme entgegen, dass auch die einfachsten Thiere sich unter dem Einflusse der äusseren Bedingungen verän-

dern können. Doch ist auch „ein einfachstes Thier“ gar nicht so einfach, wie es scheinen möge; es ist nur morphologisch einfach physiologisch aber ist es sehr complicirt, da es alle Leistungen der höheren Organismen vollzieht: es nährt sich, es athmet, es bewegt sich, es vermehrt sich, es empfindet. Die höheren Organismen aber sind nur darum complicirt, dass sie aus einer Menge niederer Individuen oder Zellen, aus denselben Amöben oder Infusorien zusammengesetzt sind; doch sind die letzteren weit einfacher und weit einseitiger entwickelt, als die freilebenden Zellen; und in der That ist irgend welche einzellige Drüse, die ihr ganzes Leben hindurch nur eine Arbeit leistet, nur eine bestimmte Flüssigkeit ausscheidet, viel einfacher als eine Amöbe, und um so mehr als ein Infusorium, besonders aus der Ciliatengruppe. Warum aber werden die äusseren Bedingungen auf einen Complex sehr einfacher und einseitig entwickelter Zellen mehr Wirkung ausüben, als auf eine hochorganisirte freilebende Zelle — ein Infusorium? Man könnte antworten, dass bei einem vielzelligen Organismus die inneren Verhältnisse[1]), Dank der Mannigfaltigkeit der ihn zusammensetzenden Elemente, auch viel mannigfaltiger ausfallen werden, darum werde ihre Anpassung auch an eine grössere Zahl äussere Verhältnisse stattfinden, folglich müsse auch eine grössere Veränderlichkeit hervorgerufen werden; aber ich erlaube mir zu zweifeln, dass die inneren Verhältnisse, also Gelegenheiten für den Einfluss äusserer Bedingungen, bei irgend einem Hydroide oder Schwamme mannigfaltiger als bei einem Infusorium mit Cuticula und Wimpern, mit Ekto- und Endoplasma, mit einem deutlich differenzirten Nahrungskanale, mit Nesselorganen, mit besonderen Organen, Nucleus und Nucleolus, mit einer pulsirenden, zuweilen in ein ganzes System von Kanälen entwickelten Vacuole etc., seien; darum wird auch das Leben des Infusoriums oder „die Anpassung“ mit gleicher Mannigfaltigkeit als in höheren Thieren, in Hydroiden oder Schwämmen z. B. sich vollziehen; in einem Infusorium wird sie sogar mit grösserer Concentration vor sich gehen, Dank dem kleineren Raume, in dem die Differenzirung concentrirt ist.

Alle diese Betrachtungen werden auch durch Thatsachen be-

1) Das Leben ist eine stetige Anpassung der inneren Verhältnisse eines Organismus an die äusseren (H. Spencer).

stätigt, sowohl durch die oben angeführten, als auch durch die hinsichtlich der Verbreitung der niederen Algen, z. B. der Diatomeen bekannten: die letzteren sind keineswegs höher, im Gegentheil viel einfacher als irgend ein Infusorium; doch ist die Diatomeenflora verschiedener Meere verschieden und in so hohem Grade, dass man aus den Thatsachen der Verbreitung derselben verschiedene Schlüsse über die Verwandtschaft dieser Meere und Bassine zieht, ganz wie man auf Grund des Studiums höherer Thiere und Pflanzen verfährt.

Wir kommen also zum zweiten Schlusse, dass die Infusorien(Protozoen)faunen verschiedener Meere, die durch ungleiche Bedingungen sich unterscheiden, verschieden sind und dass die Infusorien sich in dieser Hinsicht beinahe ebenso verhalten, wie jede beliebige Gruppe höherer, mehr entwickelter und vollkommenerer Thiere.

Dieser Schluss zeigt uns die Bedeutung, die das Studium der Infusorienfauna verschiedener Meere hat. Das letzte galt bis in die jüngste Zeit für ganz überflüssiges, nutzloses, keine Schlüsse gestattendes; solche Gedanken drängen sich wenigstens auf, wenn man die vollständige Vernachlässigung der Infusorienfauna verschiedener Meere berücksichtigt. Es scheint mir, dass ein solches sonderbares und, man kann sagen, nur auf Vorurtheilen begründetes Verfahren hinsichtlich der Infusorien jetzt weggeworfen werden muss und dass man das Studium der geographischen Verbreitung der Urthiere auf der Oberfläche der Erdkugel, namentlich in Meeren mit eben solcher Genauigkeit und Fleiss aufnehmen muss, mit denen man in dieser Richtung das Studium anderer Thiergruppen verfolgt. Man kann dabei entschieden die Hoffnung hegen, ich meinerseits bin sogar davon überzeugt, dass solche Bemühungen durch interessante Entdeckungen vollständig belohnt werden, die sowohl zur Erörterung der Geschichte der Erde überhaupt, als auch der der organischen Welt im Besonderen beitragen werden.

Einer der merkwürdigsten Schlüsse, die aus dem Vergleich der Süsswasserarten mit den marinen zu ziehen sind, ist derjenige, dass die Mehrzahl der neuen Infusorienformen, die im vorigen Capitel beschrieben wurden, zu den Meeresinfusorien gehören, während die Zahl der neuen Süsswasserinfusorien, die sich in den ans Weisse Meer angrenzenden Localitäten begegnen, höchst unbedeutend ist. Ich werde dabei nochmals hervorheben, dass

solche Arten wie Zoothamnium marinum, Epistylis Balanorum, Tintinnus Ussowi, Oxitricha Wrzesniowskii, O. oculata, Aspidisca Andrewi, Balantidium Medusarum, Podophrya conipes und mehrere andere zu den gewöhnlichsten, überall und in grosser Menge dem Beobachter vorkommenden Thieren gehören. Wenn man ausserdem berücksichtigt, dass Claparède und Lachmann ziemlich sorgfältig die Infusorien der norwegischen Küsten untersuchten und beschrieben, so wird es einleuchten, dass alle diese Arten bei Norwegen höchst wahrscheinlich nicht vorkommen, und fürs Weisse Meer oder überhaupt für polare Meere charakteristisch sind. In solchem Falle müssen wir aber annehmen, dass das Weisse Meer, obwohl es dem Norwegischen sehr nahe liegt, sich nichts desto weniger ziemlich bedeutend dem Charakter der Fauna nach unterscheidet: von allen 40 Arten von mir im Weissen Meere aufgefundenen Infusorien sind mindestens 18 oder 45 pCt. ganz neu; während gleichzeitig in den süssen Gewässern sowohl der Solowetzky-Inseln (Swiatojic Osero, Heiliger See), als auch in den von Archangelsk und Sumky Possad (auch in und an der nördlichen Dwina), bei sorgfältigerer und vollständigerer Untersuchung, als die am Meere ausgeführte, nur 6 oder 7 pCt. neuer Arten finden konnte; alle übrigen aber — 93 pCt. — gehören zu der Fauna des westlichen Europa. Dies alles wird durch die hinzugefügte Tabelle verdeutlicht:

	Süsswasserarten				Marine Arten			
	alte.	neue.	im Ganz.	% Verh. der neuen Arten zu der Summe.	alte.	neue.	im Ganz.	% der neuen Arten zu der ganzen Summe.
Ciliata . .	52	2	54	3,7%	17	12	29	41,4%
Acinetina .	5	—	5	0,,	3	2	5	40 ,,
Flagellifera	21	4	25	16 ,,	2	4	6	66,6 ,,
Im Ganzen .	78	6	84	7%	22	18	40	45%

Aus dieser Tabelle kann man ganz deutlich sehen, dass während die Süsswasserfauna sich fast gar nicht von der des westlichen Europas unterscheidet, die marine dagegen für's Weisse Meer

sehr characteristisch ist und ziemlich bedeutend sogar von der der sehr naheliegenden, die norwegischen Küsten bespülenden Meere abweicht.

Also kommen wir zum dritten, meiner Meinung nach interessantesten Schlusse oder Gesetze, nämlich, dass die marine Protozoenfauna weit mehr in verschiedenen Meeren sich ändert, als die Süsswasser-Protozoenfauna verschiedener Länder.

Man könnte einwenden, dass unsere Kenntnisse über die Verbreitung der Infusorien so unbedeutend und unvollkommen seien, dass aus ihnen irgend welche Schlüsse und Folgerungen zu ziehen mindestens vorzeitig wäre, und alle solche auf so unsichern Thatsachen gegründeten Ansichten keine Garantien für ihre Gültigkeit und Gewissheit darbieten.

Aber eine solche Einwendung wäre zu allgemein und hätte ihre Berechtigung nur dann, wenn ich den Vergleich aller Meere, die zu wenig oder gar nicht in Betreff der Infusorien bekannt sind, beabsichtigte. So aber verfahre ich nicht, sondern gründe alle Schlüsse ausschliesslich auf dem Vergleich der Faunen des Weissen und des Norwegischen Meeres. In der That ist es unstreitig, dass z. B. die Infusorienfaunen des Baltischen, des Nord, des Schwarzen, des Mittelländischen und anderer Meere zu vergleichen ganz undenkbar ist und keinen einzigen nur ein wenig genauen, unzweifelhaften und positiven Schluss liefert. Dies bezieht sich aber nicht auf die Fauna der Norwegischen Küsten, denn dieselbe war, wie schon erwähnt, ziemlich vollständig und gründlich von zwei bekannten Forschern untersucht.

Wenn ich unter den Repräsentanten dieser Fauna etwa 15 im Weissen Meere höchst gewöhnliche und verbreitete Arten nicht finde, so kann ich mit Fug und Recht behaupten, dass die Fauna des Weissen Meeres sich beträchtlich von der des Norwegischen unterscheidet; wenn es sich ausserdem erweist, dass ich in den an's Weisse Meer angrenzenden süssen Gewässern Nichts ähnliches bemerkte und fast gar keine neue Formen fand, so glaube ich mich auch ohne jeglichen Anstand zu behaupten berechtigt, dass die marine Fauna verschiedener Meere sich mehr als die Süsswasserfauna verschiedener Länder unterscheidet.

Also wird die gegen meine Ansicht oben angeführte Einwen-

dung ganz entkräftigt, sie ist folglich meine Schlüsse im mindesten zu erschüttern nicht im Stande.

Zur Unterstützung derselben kann ich noch folgende mir bekannte Thatsachen der Verbreitung sowohl niederer Thiere, als auch niederer Pflanzen anführen. Aus Carter's Untersuchungen ist z. B. bekannt, dass die Indischen Süsswasserinfusorien fast ganz mit den europäischen identisch sind; dasselbe folgt aus den Thatsachen, die Schmarda in Africa sammelte, wo er eine Menge europäischer Arten in süssen Gewässern fand; endlich kann man noch zu diesem Zwecke auf die in den Aufsätzen Baley's hinsichtlich der Nord-Americanischen Arten angeführten Thatsachen hinweisen. Anderseits aber ist uns bekannt (und es wäre die Aufmerksamkeit der Forscher darauf zu lenken wünschenswerth), dass z. B. die Radiolarienfauna verschiedener südlicher und nördlicher Meere im hohen Grade von einander abweicht, dass die Infusorien aus der Fam. der Peridinina besonders zahlreich und mannigfaltig in den nördlichen und polaren Meeren sind, dass die marine Rhizopodenfauna den verschiedenen Gebieten nach auch verschieden ist. Dazu ist noch eine sehr interessante Thatsache hinzuzufügen, die uns die geographische Verbreitung der sehr einfach organisirten Desmidiaceen darbietet. Es erweist sich: 1) dass Desmidiaceen ausschliesslich in süssen Gewässern (auch im brackischen, niemals aber im rein marinen Wasser) leben; 2) dass die Floren verschiedenster Localitäten sowohl in Europa, als auch in America fast ganz untereinander identisch zu sein scheinen[1]).

Während meines letzten Ausflugs nach dem Weissen Meere beobachtete und untersuchte ich unterwegs auch an den Solowetzky-Inseln selbst die dortigen einzelligen Algen, insbesondere aber die Desmidiaceen. Daraus ergab sich, dass die Flora dieser Algen im äussersten Norden Russlands fast im Nichts sich nicht nur von den Europäischen Arten (Deutschlands, Englands) unterscheidet, sonder sogar mit der nordamericanischen fast ganz identisch ist; von den ungefähr 30 von mir aufgefundenen und schon bestimmten Arten erwiesen sich nur 2 oder 3 als neu (etwa 7%, alle übrigen 93% sind gemein). Gleichzeitig zeigen die Diatomeen, die gar nicht niedriger als Desmidiaceen organisirt sind und die sowohl in Meeren, als in süssen Gewässern leben, hinsichtlich ihrer Ver-

1) S. Ralfs, British Desmidiaceae, Introduction.

breitung in verschiedenen Meeren in einem eben solchen Grade die Abhängigkeit von den verschiedenen Bedingungen, wie es in Betreff höherer Algen und Thiere bekannt ist [1]).

Wenn aber Alles sich wirklich so verhält, wenn die marine Fauna wirklich in verschiedenen Meeren weit mehr von einander abweicht, als die Süsswasserfauna in verschiedenen Ländern, so drängt sich natürlich die Frage auf: welche Ursache liegt doch dieser sonderbaren und geheimnissvollen Erscheinung zu Grunde, die sogar unglaublich, eher auf unseren ungenügenden Kenntnissen der Verbreitung der Infusorien, als auf festen und überzeugenden Thatsachen gegründet zu sein schien? Wenn man aber dem obigen Gesetze eine genügende Erklärung geben wird, wenn man seine Ursache erörtert, dann verliert er selbst in hohem Grade an Unglaublichkeit, und die oben angeführten Thatsachen werden sich sowohl ihrer Zahl, als Bedeutung nach ganz zur Annahme desselben genügend erweisen.

Wie bekannt hängt der Character irgend einer Fauna nicht nur von den äusseren Bedingungen, die mittelbar oder unmittelbar die Organismen beeinflussen und die lokale Formen erzeugen, ab, sondern auch zuweilen in hohem Grade von den Bewegungs- oder richtiger den Uebertragungsmitteln eines Organismus, die ihn von einem Orte in andere übertragen. Betrachten wir also über welche Mittel die Infusorien und die Urthiere überhaupt in dieser Hinsicht verfügen. Bekanntlich sind fast alle Urthiere sich zu encystiren befähigt. Indem es sich mit einer festen Hülle umgibt, kann ein encystirtes Infusorium vortrefflich allen äusseren feindlichen Einflüssen, z. B. der Austrocknung in der Luft, widerstehen; in diesem Zustande ist es jenen winzigen und leichten Sporen der Schimmel- und anderer Pilze ähnlich, die stetig und überall in der

---

1) Für die Meeresdiatomeen ist mir wenigstens bekannt, dass die Meeresflora verschiedener Meere verschieden ist. Ich kann nicht entscheiden, in wie weit dasselbe auch für die Süsswasserdiatomeen gilt, doch erwarte ich a priori, dass die Flora der letzteren sich weit weniger unterscheiden wird, als wir es bei den Meeresformen sehen. Darum wäre es interessant z. B. die Diatomeenflora des Weissen Meeres und der angrenzenden süssen Gewässer mit anderen Floren zu vergleichen. Es ist zu erwarten, dass die Flora des Weissen Meeres sich als eine rein arctische, polare, während die Süsswasserflora als eine mehr oder weniger cosmopolitische sich erweisen werde.

Luft schweben und mit grösster Leichtigkeit sich von einem Orte in einen andern übertragen.

In den süssen Gewässern kommen die Infusorien in besonderer Fülle nicht in den schnell fliessenden und reinen Flüssen und Bächen, sondern in Tümpeln, Sümpfen, Gräben und Teichen vor. Wenn ein solcher Tümpel oder Graben im Sommer während starker Hitze allmählich vertrocknet, so verwandelt sich die Mehrzahl der sie bewohnenden Infusorien in jene winzigen sporenähnlichen Kügelchen, die ich eben mit den Pilzsporen verglich. Es ist von selbst verständlich, dass, Dank ihrer unbedeutenden Grösse und eben darum — ihrer Leichtigkeit, für solche Cysten der geringste Wind genügt, um sie massenhaft in die Luft zu erheben und durch die Luftströme getrieben, werden sie dann auf grosse Strecken zerstreut. Natürlich kann ein etwas stärkerer Wind, um so mehr ein Sturm eine enorme Masse solcher encystirten Infusorien auf unermessliche Flächen übertragen, und dadurch verschiedenste Gewässer in verschiedensten Orten des Erdballs mit ihnen versehen.

Setzen wir z. B. voraus, dass ein starker Wind eine Menge encystirter Infusorien aus Frankreich nach England übertragen hätte, so werden ihrerseits die Cysten der englischen Arten bei veränderter Windrichtung in Frankreich übertragen, und es entsteht also eine vollständige Vermischung der französischen und englischen Arten, darum die Infusorienfauna sowohl Englands als Frankreichs stets identisch sein müssen. Dasselbe, nur in grossartigeren Verhältnissen, muss auch auf der ganzen Erdoberfläche stattfinden.

Wir sehen also, dass die Encystirung, als ein Uebertragungsmittel, eine wichtige Rolle in der Bestimmung des Characters einer gegebenen Localität spielen muss. Betrachten wir darum, wie sich dieses Agens gegen die Meeresfauna verhält.

Das Meer bildet weder Teiche, noch Sümpfe und Gräben; das Meer trocknet weder im Sommer noch im Winter aus; darum werden die marinen Infusorien, ihre Cysten, äusserst selten (jedenfalls seltener als die Süsswasserinfusorien) der Luft und folglich auch dem Winde ausgesetzt; darum spielt dieses (d. h. die Uebertragung der Cysten durch Winde) in der Oeconomie der Süsswasserinfusorien so wesentliches Agens keine Rolle für die marinen Arten, oder es ist hier auf eine ganz unbeträchtliche Bedeutung

zurückgeführt [1]). Dies ruft aber ihrerseits jenen Umstand hervor, dass die Faunen verschiedener Meere entweder gar nicht mit einander sich vermischen, oder wenn es auch geschieht, so geht die Vermischung in einem sehr schwachen Grade, jedenfalls viel schwächeren, als bei den Süsswasserarten, vor sich [2]); darum konnten unter dem Einflusse localer Bedingungen ziemlich selbständige Faunen entstehen. Freilich unterordnen sich die Süsswasserarten nichts weniger als die marinen dem Einflusse äusserer Bedingungen (anders wäre absurd zu denken), und dieser Einfluss kann gleich bei beiden neue Formen erzeugen [3]), doch können die letzteren in süssen Gewässern niemals locale Arten bilden, Dank dem Umstande, dass die leichten Cysten, von dem Boden eines ausgetrockneten Tümpels oder Sumpfes ergriffen, sich nach und nach über die ganze Erdoberfläche zerstreuen. Setzen wir z. B. voraus, dass Paramecium Aurelia aus Frankreich nach England übertragen wurde und dort unter dem Einflusse der localen Bedingungen in P. Bursaria überging; eben wie dies geschieht, wird auch die gleich erzeugte und bisweilen noch locale Art in grossen Mengen nach Frankreich übertragen.

Dies ist meiner Meinung nach die Ursache, die das obige Gesetz der Verbreitung der einfachsten Thiere und Pflanzen bedingt.

Es wird hier auch passend sein an jenen Umstand zu erinnern, dass die Pilze, deren Sporen so leicht durch den geringsten Wind übertragen werden, dieselbe Erscheinung in Betreff ihrer geographischen Verbreitung zeigen, die wir bei den Süsswasserinfusorien fanden, — sie sind nämlich überall ähnlich, besonders aber die Schimmelpilze (Mucor, Penicillium, Aspergillus etc). So haben wir die horizontale Verbreitung der Infusorien abgehandelt; jetzt bleibt

---

1) Doch ist im Meere ein anderes Element zu berücksichtigen — die Strömungen nämlich.

2) Von der Vermischung der Meeres- und Süsswasserfauna kann gar keine Rede sein, da es, wie mir scheint, genügend bewiesen ist, dass beide von einander äusserst verschieden sind, d. h. dass das Salzwasser eine für die Süsswasserformen ungünstige Bedingung (mit seltenen Ausnahmen) vorstellt und vice versa.

3) Sonst, wenn die äusseren Bedingungen auf die Organisation niederer Pflanzen und Thiere keinen Einfluss ausübten, wie könnte dann eine so enorme Mannigfaltigkeit der uns bekannten Formen entstehen?

uns noch etwas über deren verticale Verbreitung den verschiedenen Tiefen nach mitzutheilen.

Bis jetzt, soviel mir die Sache bekannt ist, giebt es keine Angaben hinsichtlich der Frage, wie weit die Infusorien auf verschiedenen Tiefen verbreitet sind und dies stellt eine ziemlich sonderbare Lücke im Vergleich damit, was wir von den Foraminiferen oder Meeresrhizopoden wissen, vor. Mir gelang es freilich äusserst wenig Thatsachen darüber zu sammeln, nichts destoweniger halte ich es für nicht überflüssig, auch sie anzuführen, indem ich hoffe, dass die Zukunft vollständigere und gründlichere Thatsachen zur Beantwortung dieser Frage liefern wird.

Hinsichtlich der Untersuchungsmethoden muss ich bemerken, dass sie so zu sagen höchst primitiv waren, d. h. ich untersuchte nur jene Formen, die ich von verschiedenen Tiefen an Algen, Hydroiden, Bryozoen und anderen Gegenständen sitzend fand. Es versteht sich von selbst, dass auf solche Weise nicht zu viel Thatsachen zu bekommen sind, da der Mehrzahl nach die Infusorien freischwimmende Thiere sind. Zu einer vollständigeren Untersuchung dieser Frage wäre etwa ein solcher Apparat nöthig, der vom Boden verschiedene Gegenstände mit Wasser zusammenfasse und, sich hermetisch in der Tiefe zuklappend, Alles nach oben liefere. Bei den Mitteln, über die ich verfügte, war es nur möglich solche Formen, als Vorticella, Zoothamnium, Cothurnia, Freia, Acineta, Podophrya, zu untersuchen.

Allerdings erwies es sich, dass die Infusorien eine ziemlich bedeutende Tiefe erreichen können; und in dieser Hinsicht gehen nach den bis jetzt erhaltenen Erfahrungen die Acinetinen am weitesten. So fand ich einige Exemplare Acineta tuberosa in der Tiefe von 75 Faden, an Hydroiden (Campanularia und Calycella) sitzend. Es war an der Grenze des Weissen und des Eismeeres, etwas von Swiatoj Noss (an der Murmanschen Küste) nördlich [1]). Hier war noch ein anderes Infusorium, doch war es unmöglich dasselbe nach einem Spiritusexemplare zu bestimmen. Ausserdem fand ich dieselbe Ac. tuberosa mit Ac. Saifulae zusammen an einem anderen Orte in der Tiefe von 35 Faden, aber Cothurnia nedoza und Freia ampulla in einer geringeren Tiefe, nämlich von 20 Faden.

1) Acineta tuberosa war an Spiritusexemplaren gefunden.

So kann man alle von mir hinsichtlich der verticalen Verbreitung der Infusorien gesammelten Thatsachen in einer folgenden Tabelle zusammenstellen.

Namen der Arten.	An der Oberfläche.	Tiefen. 3 Faden	5 Faden	8 Faden	10 Faden	12 Faden	16 Faden	18 Faden	20 Faden	35 Faden	75 Faden
Zoothamnium alternans	+	+									
Acineta patula	+	+	+	+							
Podophrya conipes	+	+	+	+							
Cothurnia maritima	+	+	+	+	+						
Vorticella Pyrum	+	+	+	+	+						
Cothurnia grandis	.	.	+	+	+						
Tintinus denticulatus [1]	.	.	.	.	.	.	+				
Zoothamnium marinum	+	+	+	+	+	+	+	+			
Cothurnia nodosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Freia ampulla	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Acineta Saifulae	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	
Ac. tuberosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Wie ungenügend auch die von mir gesammelten Thatsachen erscheinen mögen, die in der hinzugefügten Tabelle zusammengebracht sind, nahm ich doch keinen Anstand sie zu veröffentlichen, da sie bisweilen die ersten und einzigen in dieser Hinsicht vorstellen. Ich werde mein Ziel für erreicht halten, wenn es mir auch nur gelingen wird die künftigen Forscher und Reisenden anzuregen, in dieser Hinsicht das Meer etwas gründlicher zu durchforschen. Dies ist Alles was mir auf Grund meiner Untersuchungen zur Erläuterung der Zoogeographie der niederen Thiere und namentlich der Infusorien gelang. Es versteht sich von selbst, dass

1) Wie ich schon früher erwähnt hatte, fand ich nur die Schale dieses Infusorium, und darum zweifle ich sehr, ob man es an solchen bedeutenden Tiefen im lebenden Zustande treffe. Uebrigens, a priori ist zu erwarten, dass solche Arten dieser Gattung wie T. Ussowi und T. inquilinus auch an den Tiefen zu begegnen sind, da der erste gewöhnlich nicht schwimmt, der zweite aber mit seinem Hinterende sich an verschiedene fremde Gegenstände anheftet. Doch wird die Mehrzahl der Tintinnus-Arten immer pelagisch sein.

die Schlüsse, zu denen ich gekommen bin, später mehr oder minder verändert und auf dem Grunde neuer Thatsachen, mit denen die Wissenschaft beständig bereichert wird, vervollständigt werden. Auch ist es natürlich nicht möglich, meine Schlüsse mit vollständiger Gewissheit auf alle besonderen Fälle anzuwenden, da die Materialien, die mir zur Verfügung standen, höchst unzureichend sind; doch hoffe ich wenigstens, dass die Schlüsse, zu denen ich gekommen bin, die anderen Forscher veranlassen werden dieselben zu prüfen, ich hoffe, dass meine Arbeit die Aufmerksamkeit der die Meeresfauna studirenden Zoologen auch auf die Protozoen lenken wird; kurz dass sie, wenn auch nur wenig, zur Beseitigung jenes Vorurtheils beitragen wird, dass die Kenntniss der Infusorien für die Zoogeographie, für die Geschichte der Erdoberfläche und der Begrenzung des Festlandes und der Meere, als auch der organischen Welt überhaupt gar unnütz sei.

Einige allgemeine morphologische Bemerkungen.

Es giebt keine andere grössere Thiergruppe, bei welcher die Asymmetrie der Körperform so scharf ausgeprägt wäre, wie wir es in der Classe der Infusorien beobachten. Alle übrigen Thiere sind von mehr oder weniger symmetrischem Bau, und zwar erscheinen sie entweder bilateral symmetrisch, d. h. in zwei gleiche, rechte und linke Hälften theilbar, oder radiär symmetrisch, d. h. mit vielen gleichen Strahlen (Antimeren), die um eine gemeine Axe gelegen sind, wie es z. B. bei den Hydroiden vorkommt, welche eine bipolare (d. h. mit der Grundzahl 2) Symmetrie darbieten[1]), oder bei den Echinodermen (bei denen die fünfstrahlige Symmetrie, d. h. nach der Grundzahl 5 vorherrscht). Bei den Infusorien finden wir Nichts ähnliches; bei irgend welcher Oxytricha, Vorticella, Glaucoma oder beliebigen anderen Formen finden wir keine antimerenähnliche Bildungen; es giebt bei ihnen keinen rechten oder linken, vorderen oder hinteren, dorsalen oder ventralen Theil, die einander gleichen.

Nun liegt die Frage nahe: was für eine Ursache habe eine

1) Siehe meine „Studies on the Hydroida“ Ann. and Magaz. of Nat. Hist. Ser. V, vol. I.

solche ausschliessliche Erscheinung hervorgebracht, wie sei diese sonderbare Eigenschaft zu erklären, warum finden wir keine vollkommen symmetrisch gebauten Infusorien? Freilich erreichen einige Formen fast eine vollkommene Symmetrie, aber solche Beispiele stehen ganz einzeln da, sie erscheinen ganz ausschliesslich und dazu stört noch immer bei den genannten Formen irgend ein Organ, irgend ein Körpertheil die Symmetrie. Die Zahl solcher Formen, wie Coleps, Holophrya, Didinium ist im Vergleich mit der Zahl ganz unsymmetrischer Infusorien verschwindend klein, und doch wird auch bei ihnen durch den Nucleus und die Vacuole, d. h. für Infusorien sehr wesentlichen Organe, die Regelmässigkeit gestört, denn die genannten Bildungen liegen seitlich, in der Wandschicht des Parenchyms.

Die Ursache dieser Erscheinung wird aber ziemlich verständlich, sobald wir den engen, genetischen Zusammenhang berücksichtigen, welcher zwischen Infusorien und Amöben besteht. Doch ist es wohl bekannt, dass Amöben keine beständige Körperform besitzen, dass ihre Gestalt sich fortwährend verändert, indem sie gleich einem Tropfen dicker Flüssigkeit fliessen und bald kurze und dicke Lappen, bald mehr oder weniger dünne und lange Fortsätze aussenden. Diese Veränderungen werden durch irgend welche uns unbekannte, dem Protoplasma selbst inhärente Kräfte verursacht. Wenn die Wirkung dieser Kräfte aufhört, so veranlasst bei der Amöbe der nach allen Seiten gleichmässige Druck des Wassers, in dem sie lebt, eine regulär-symmetrische Form; das kommt zu Stande, wenn z. B. sie sich encystirt. Also haben die Stammältern der Infusorien, die Amöben, eine vollkommen asymmetrische Form. Und auf welche Weise entstanden die Infusorien aus Amöben? Bekanntlich besteht der Infusorienkörper aus einem flüssigeren Entoplasma und consistenteren, dichteren, dickeren Ektoplasma; die äusserste, dünne Schicht des Ektoplama oder Cuticula kann man für einen noch mehr verdichteten, dazu noch etwas chemisch veränderten Theil des Protoplasma halten. Also muss die Veränderung beim Uebergange der Amöben in Infusorien zunächst darin bestehen, dass ihre äussere Schicht oder Ektoplasma sich immer verdichtete und auf solche Weise die jeweilige Form, welche die Amöbe darbot, fixirte. Stellen wir uns diesen langsamen, vielleicht einen sehr bedeutenden Zeitraum in Anspruch nehmenden Vorgang als unter unseren Augen nur in

wenigen Momenten zu Stande kommend, so erscheint uns zuerst ein Tropfen dicken Protoplasmas, beständig seine Form ändernd, also ganz unsymmetrisch, im Wasser schwimmend. Dann beginnt seine Oberflächenschicht sich nach und nach zu verdichten; natürlich wird dadurch die Veränderlichkeit des Körpers beschränkt, da die erstarrte Schicht den Veränderungen einen grösseren Widerstand leistet. Gleichzeitig werden aber die Pseudopodien, dank weiter unten zu besprechenden Ursachen, immer schlanker und nähern sich der Wimperform mehr. Endlich erstarrt dieser immer mehr sich verdichtende Tropfen unter der jeweiligen unsymmetrischen Gestalt, welche die Amöbe angenommen hatte und damit schliesst der Vorgang ab, das Infusorium ist fertig. Es versteht sich von selbst, dass die zufälligen Formen, unter welchen ein Tropfen amöboid beweglichen Protoplasmas erstarren kann, höchst verschieden ausfallen werden, auch ist bei solcher Vorraussetzung die vollkommene Abwesenheit der Symmetrie eben so erklärlich. Der letztere Umstand, sowie die grosse Mannigfaltigkeit der Infusorien muss gerade eine unvermeidliche Folge solcher Entstehungsart sein — anders könnte es nicht geschehen.

Wie die asymmetrischen Formen der Infusorien der Asymmetrie der Amöben ihren Ursprung verdanken, welche durch „Erstarrung", d. h. durch Verdichtung der äussern Schicht, eine bebeständige Form bekamen, ebenso rief diese Verdichtung der äussern Schicht eine andere für Infusorien characteristische Erscheinung hervor — ich meine die aus dünnen, mehr oder weniger langen Wimpern bestehenden Bewegungsorgane. Bei Amöben von flüssiger Consistenz, die einigermassen fliessen, können natürlich die Pseudopodien nur als kurze, breite, zugerundete Lappen erscheinen. Hier geschieht etwa dasselbe, was wir an einem in die Luft geworfenen Tropfen dicker, syrupartiger Zuckerlösung sehen, in Folge der Erschütterung sendet der letztere kurze und dicke Lappen aus. Wenn aber umgekehrt das Plasma irgend welches amöbenartigen Organismus eine bedeutendere Consistenz besitzt, wenn dasselbe zäher ist, wie z. B. Protamoeba Grimmi oder andere, dann erscheinen die Pseudopodien als lange, dünne, fadenartige Bildungen; unser oben erwähntes Beispiel weiter verfolgend, werden wir jetzt auch die Analogie mit einem durch Evaporation sehr dick gemachten Syrup hervorheben: denn ein solcher lässt sich mittelst eines Stäbchens in sehr lange und dünne

Fäden ziehen. Dies kann sogar verallgemeinert werden: je ein dicker, minder flüssig organischer, nicht krystallinischer Stoff ist, desto dünnere und längere Fortsätze oder Pseudopodien wird er aussenden, und dies gilt sowohl für das Plasma, als auch für Zucker- oder Gummi-Lösungen, für Harz etc.

Diese Abhängigkeit der Form der Pseudopodien, also des ganzen Habitus der Amöbe, welcher vorwiegend die ganze Mannigfaltigkeit der Amöbenformen bedingt und zur Unterscheidung von Arten dient, tritt mit grosser Deutlichkeit aus der folgenden Tabelle hervor. Ich versuchte in derselben die zerstreuten, hierauf bezüglichen Thatsachen zusammenzustellen; leider gelang es mir bei weitem nicht im befriedigenden Maasse, denn nur sehr selten finden wir in den Beschreibungen der Amöben auch Angaben über die Consistenz ihres Plasmas. In der Tabelle sieht man ausser der Abhängigkeit der Form der Pseudopodien von dem Grade der Dichtigkeit des Plasmas auch den Zusammenhang zwischen der Schnelligkeit der Locomotion und derselben Dichtigkeit. Die flüssigeren Arten bewegen sich gewöhnlich ziemlich schnell oder, um den nicht unpassenden Ausdruck anzuwenden, sie fliessen, dagegen bewegen sich meistens die dichten Amöben, Protamoeba Grimmi z. B., langsamer.

Namen der Art.	Form d. Pseudopodien.	Consistenz.	Bewegung.
1. Amoeba crassa Duj.	Sehr kurze u. breite, zugerundete Lappen.	Sehr flüssig.	Sehr schnelles Fliessen.
2. A. minuta m.	Eben solche lappenartige Pseudopodien, wie bei der vorigen Art.	Sehr flüssig.	Sehr schnell.
3. A. emittens m.	Fast ganz ohne Pseudopodien oder mit unbedeutenden Lappen.	Flüssig.	Ziemlich schnelles Fliessen.
4. A. elaginia m.	Stumpfe, zugerundete, kurze Lappen.	Flüssig.	Schnell.
5. A. limax Duj.	Fast ohne Pseudopodien oder unbedeutende breite Fortsätze.	Flüssig.	?

Namen der Art.	Form d. Pseudopodien.	Consistenz.	Bewegung.
6. Difflugia proteiformis Ehr.	Breite, zuweilen ziemlich lange, cylindrische Lappen.	Flüssig.	Ziemlich langsam.
7. Amoeba multiloba Duj.	Zugerundete, kurze Lappen.	Ziemlich flüssig.	Schnell.
8. Difflugia spiralis Ehr.	Eine breite Platte, von der cylindrische Pseudopodien abgehen.	Ziemlich flüssig.	Ziemlich langsam.
9. Amoeba alveolata m.	Grosse und breite Kegel oder kurze Lappen.	Mässig dicht.	Langsam.
10. A. papillata m.	Kurze, am Ende zugerundete Höcker.	Ziemlich dicht.	Langsam.
11. A. diffluens Ehr.	Ziemlich dicke, aber lange, fingerähnliche Pseudopodien.	Ziemlich dicht.	Langsam.
12. A. radiosa Ehr.	Ziemlich dünne und sehr lange cylindrische Pseudopodien.	Ziemlich dicht.	Langsam.
13. Hyalodiscus Korotnewi m.	Pseudopodien entweder cylindrisch, oder sehr lang fadenförmig, oder einem höchst dünnen Häutchen ähnlich, niemals lappenartig.	Ziemlich dicht.	Langsam.
14. A. filifera m.	Pseudopodien kegelartig, in einem sehr dünnen Faden auslaufend.	Sehr dicht.	Sehr langsam.
15. Protamoeba polypodia Haeck.	Lange, cylindrische.	Sehr dicht.	Sehr langsam.
16. P. Grimmi m.	Höchst dünne und lange Fäden.	Sehr dicht.	Höchst langsam[1]).
17. Clathrulina Cienkowskii m.	Lange, dünne, fadenartige, starre Pseudopodien.	Sehr dicht.	Sehr langsam.

1) Uebrigens schlängelten die Pseudopodien selbst ziemlich schnell, aber das Erscheinen und Verschwinden der Pseudopodien, sowie die Veränderung der Körperform ging ziemlich langsam vor sich.

18. Clathrulina elegans Cienk.	idem.	idem.	idem.
19. Actinophrys Sol Ehr.	Dünne, lange Pseudopodien.	Sehr dicht.	Sehr langsam.
20. Actinosphaerium Eichhornii Ehr.	idem.	idem.	idem.
21. Trinema acinus Duj.	idem.	idem.	idem.
22. Pleurophrys angulata m.	idem.	idem.	idem.
23. Pl. sphaerica Cl. Lch.	idem.	idem.	idem.

Ueberhaupt kann man sagen, dass alle Heliozoa von mehr oder weniger dichter Consistenz sind, so war es wenigstens in allen jenen Fällen, die mir aus eigener Anschauung bekannt wurden.

Dasselbe schreibt Häckel von den Radiolarien. Er schreibt nämlich[1]): „Die Consistenz der Sarcodegallerte ist meist ziemlich bedeutend und, so viel sich unter dem Mikroskop aus dem Verhalten gegen Druck etc. abnehmen lässt, etwa gleich derjenigen der Gallertscheibe der höheren Medusen.“ Mit dem steht wohl die äusserste Dünnheit ihrer Pseudopodien im Zusammenhang. Was die Foraminiferen betrifft, so hatte ich keine Gelegenheit dieselben lebendig zu untersuchen. Doch scheinen auch die marinen Foraminiferen, wenigstens nach denjenigen Süsswasser-Monothalamien zu urtheilen, die sich durch ihre dünnen fadenartig ausgezogenen Pseudopodien auszeichnen, auch von dichter, nicht flüssiger, fliessender Consistenz zu sein, wie z. B. bei Difflugia proteiformis und bei anderen, die Gruppe Lobosa zusammensetzenden Süsswasserrhizopoden.

Schliesslich will ich noch eine Stelle aus der interessanten Arbeit Strassburger's über das Protoplasma anführen[2]), wo er durch Anwendung der Osmiumsäure nachwies, dass die äussere Plasma-Schicht bei Schwärmsporen aus ziemlich flüssigem Plasma besteht, in welchem senkrecht stehende Stäbchen eingelagert sind; die Cilien, welche Strassburger's Beobachtungen zu Folge

1) Die Radiolarien, 1862, p. 109.

2) Strassburger, Studien über Protoplasma 1876.

bald verschwinden, bald wieder erscheinen können, gehen eben von diesem dichten Theile des Protoplasma ab und offenbar darum erscheinen sie als dünne Härchen.

Also bestätigen im Grossen und Ganzen die oben angeführten Thatsachen, dass die Form der Pseudopodien und folglich auch der ganze Habitus eines Rhizopoden oder eines überhaupt amöbenähnlichen Organismus in erster Linie von der Consistenz des Plasma abhängt, dass je dichter, minder flüssig dasselbe ist, desto dünner länger und mehr fadenähnlich die Pseudopodien werden. Doch kann man gegen diese Behauptung scheinbar auch sehr wichtige Einwürfe machen. Man kann mehrere Thatsachen anführen, die gleichsam meiner Ansicht vollkommen widersprechen, sogar dieselbe vernichten. So erwähne ich z. B. die allgemein bekannte Amoeba terricola Greeff, die nicht im Wasser, sondern in feuchter Erde lebt, sowie ihre Varietät A. solidula, die Herr O. Grimm unlängst in grosser Menge in seinem Aquarium fand [1]). Das Plasma dieser Form ist ohne Zweifel von höchst dichter Consistenz; dem entsprechend sind auch ihre Bewegungen höchst langsam und schwer bemerkbar, wie ich mich selbst überzeugen konnte. Doch erscheinen bei ihr die Pseudopodien gar nicht dünn und fadenartig, wie es nach meiner Ansicht zu erwarten wäre; vielmehr sind sie ganz kurz, lappenartig, am Ende zugerundet, oder leicht kegelförmig. Eine andere Art gleichsam widersprechender Thatsachen bietet z. B. das ebenfalls von O. Grimm gefundene Protastrum marinum [2]) und andere Formen, bei denen wir während einer Lebensperiode lange und dünne, mehr oder weniger fadenartige Pseudopodien sehen; dann ziehen sich aber dieselben ein, verschwinden und das Thier fängt sich amöbenartig zu bewegen an, indem es stumpfe und breite, am Ende zugerundete Lappen aussendet; gleichzeitig bleibt aber die Consistenz, die Dichtigkeit des Plasmas die ganze Lebensdauer hindurch unverändert. Also kann ein Thier bei gleicher Consistenz des Plasmas bald solche Pseudopodien, die dichtem, bald solche, die flüssigem Plasma entsprechen, aussenden.

Man kann noch andere ähnliche Thatsachen finden. Dessen-

1) O. Grimm, Beiträge z. Kenntniss der Urthiere (russisch), 1867, p. 56.

2) O. Grimm, Caspisches Meer und seine Fauna (russisch), Heft I, Lief. 2, 1876, S. 64; Taf. I, Fig. 4.

ungeachtet halte ich sie für keine eigentlichen, sondern nur scheinbaren Einwendungen gegen meine Schlüsse. Denn immer muss man berücksichtigen, dass alle Lebensvorgänge höchst complicirte Erscheinungen vorstellen; folglich sind ihre Ursachen ebenso complicirt. Selbst viel einfachere Erscheinungen der anorganischen Natur werden nur selten durch eine einzige Ursache hervorgebracht, vielmehr treten dabei immer mehrere ins Spiel und nur ihre Wechselwirkung bedingt den Character der Erscheinung. Lassen wir es zu, dann sind 3 Fälle möglich: entweder wirken alle Ursachen in gleichem Sinne, dann wird ihr Resultat höchst deutlich und intensiv sein; oder die Wirkung einiger von ihnen ist ganz der der anderen entgegensetzt, dann wird das Resultat schwächer als im vorigen Falle sein, kann sogar bis 0, d. h. bis vollständige Abwesenheit irgend welchen Ausdruckes der Ursachen (Kräfte), bis vollkommenes Gleichgewicht herabsinken; oder endlich können einige (stärkere) der in entgegengesetzter Richtung wirkenden Ursachen überhand nehmen, dann kann der Character der Erscheinung ganz umgekehrt werden. Und je complicirter die Erscheinung sein wird, desto mehr Ursachen werden im Hervorbringen derselben betheiligt sein, desto eher kann es geschehen, dass das zu erwartende gar nicht zu Stande kommen wird, desto öfter auch Ausnahmen zu treffen sind. Eben darum erscheinen in der organischen Natur Ausnahmen aus allgemeinen Regeln, aus empirischen Gesetzen viel öfter, als in der anorganischen.

Nach dem wohlbekannten Gesetze z. B. werden alle Körper von der Erde angezogen; darum müssen sie ohne Stütze oder nicht aufgehängt auf dieselbe herunterfallen. Doch sehen wir, dass ein Luftballon, anstatt auf die Erde wie alle übrigen Körper zu fallen, im Gegentheil aufsteigt. Hier liegt uns eine Ausnahme von der allgemeinen Regel vor; wer wird aber daraus schliessen wollen, dass die allgemeine Regel nicht allgemein, unrichtig sei, dass das Aufsteigen des Luftballons wirklich eine Ausnahme vorstelle? Wenn die Menschheit ebenso wenig mit den physischen Erscheinungen und ihrem Wesen, wie sie jetzt mit den (versteht sich nächsten) Ursachen der Lebenserscheinungen vertraut wäre, so hielten sie eine solche Thatsache für eine wirkliche Ausnahme. Doch verstehen wir jetzt, dass beim Aufsteigen des Luftballons mehrere Ursachen zusammenwirken, dass er dem Gesetze der Anziehung durch die Erde sich unterordnet, dass gerade dank diesem

Gesetze er aufsteigt, indem er von der schwereren Luft verdrängt wird. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass jene wenigen Ausnahmen aus meiner allgemeinen Regel, wie Amoeba terricola, Protastrum u. andere, keine wirklichen Ausnahmen vorstellen und die Bedeutung der ziemlich ansehnlichen Menge von Thatsachen zu erschüttern nicht im Stande sind, die meinen Schluss unterstützen. Als scheinbare Ausnahmen sollen sie nur bedeuten, dass die Lebenserscheinungen und die sie bedingenden Ursachen uns noch zu wenig bekannt sind.

Nach allem oben Gesagten, glaube ich, bleibt in meiner Darstellung Nichts unverständliches mehr. Ohne Zweifel wird eine so complicirte Erscheinung als das Aussenden der Pseudopodien von mehreren Ursachen hervorgebracht; doch spielt unter diesen letzteren die Consistenz des Plasmas die wichtigste Rolle und meistens überwältigt sie alle übrigen. In einigen Fällen aber können uns unbekannte Ursachen so mächtig einwirken, dass sie das Gesammtresultat maskiren und dabei Erscheinungen hervorrufen, die mehr oder weniger von der allgemeinen Regel abweichen.

Wenn es also fest steht, dass die Schlankheit der Pseudopodien, d. h. der Bewegungsorgane, vorwiegend von der Consistenz des Plasma abhängt (wie es eben erörtert wurde), wenn die Infusorien aus den Amöben durch Erhärtung der äusseren Schichten des Protoplasma derselben entstanden, so wird es von selbst verständlich, dass die Bewegungsorgane der Infusorien nur als dünne fadenartige Fortsätze oder als eigenthümlich modificirte Pseudopodien erscheinen können. Das Plasma der Infusorien hat die schwächste Consistenz im Innern und die dichteste in der äussersten Schicht. Da ich aber die Wimpern der Infusorien (wie es schon längst E. Häckel gut nachwies) für modificirte Pseudopodien halten muss, so versteht sich von selbst, dass das dichte Ectosark nur dünne Fortsätze, als fadenartige Wimpern aussenden kann. Lassen wir nur zu, dass Ursachen wirkten, die das Erscheinen von Bewegungsorganen nothwendig machten, so könnten die letzteren keine andere Form bekommen. Es bleibt uns also übrig zu erklären, was für Ursachen die Bildung so energischer Bewegungsorgane als Geisseln und Wimpern hervorgerufen haben; zweifellos waren sie für rasche Bewegungen nöthig. Warum aber waren den Infusorien solche Bewegungen nöthig? Im nachfolgenden will ich einen Versuch machen, diese Frage zu erörtern.

Bei einer Amöbe kann die Nahrungsaufnahme durch jeden beliebigen Punkt der Körperoberfläche geschehen; wenn sie sich bewegt, dringen darum die auf ihrem Wege liegenden Nahrungstheilchen durch die ganze vordere Fläche des Körpers ins Innere desselben ein. Anders ist es bei irgend welchem Infusorium, bei einer Monadine z. B. Die ganze äussere Oberfläche hat sich bei ihr so stark verdichtet, dass sie für Nahrungstheilchen ganz undurchdringlich wird, und nur an einem unbedeutenden Körpertheile, am Vorderende, liegt gewöhnlich eine kleine Mundöffnung, wo das Plasma seine ursprüngliche weiche Consistenz bewahrt hat und wodurch die Nahrung ins Innere der Monadine, in das flüssigere Endosark gelangen kann. Da bei niederen Organismen das einzige und wichtigste Bedürfniss in genügender Nahrungserwerbung besteht, so ist die Monadine scheinbar in ungünstigere Lage gestellt, da sie, caeteris paribus, wegen ihrer kleinen Mundöffnung, zu gleicher Zeit weniger Nahrung aufnehmen kann, als eine Amöbe. Um diese ungünstige Bedingung auszugleichen bedarf sie einer weit grösseren Schnelligkeit der Bewegung, als die Amöben. Bekanntlich vermögen solche Organismen wie z. B. Actinophrys, die fast gar unbeweglich sind, die Nahrung nicht nur durch ihre Gesammtoberfläche aufzunehmen, sondern die letztere wird noch durch eine besondere Anpassung, nämlich eine Menge langer, radiär gestellter Pseudopodien vergrössert, was natürlich die Nahrungsaufnahme entsprechend verstärkt und somit den schädlichen Einfluss der vollständigen Unbeweglichkeit ausgleicht. Die Amöben haben keine solche Anpassung, gerade für sie ist sie aber übrig, denn sie sind zu einer ziemlich schnellen Bewegung fähig. Die Infusorien, bei denen die Nahrung aufnehmende Fläche ganz bedeutend verkleinert ist, müssen dafür durch eine sehr bedeutende Schnelligkeit der Bewegung entschädigt werden. Denn wenn z. B. eine Amöbe, indem sie in einer Minute 1 mm zurücklegt, durch ihre Durchschnittfläche mit drei Nahrungskörnern in Berührung kommt und dieselben aufnimmt, so muss ein Infusorium während desselben Zeitraumes 3 mm zurücklegen, damit ihre nur eine kleine Fläche einnehmende Mundöffnung auch drei Nahrungskörnern begegnen könne. Sonst wird der Vortheil, der von der Verdichtung der Integumente gewährt wird und darin besteht, dass äussere Einflüsse nicht so verderblich auf den Körper einwirken, zum Nachtheil und bringt dem Infusorium nur Schaden. Um diesen Einfluss auszugleichen,

ist eine stärkere Entwickelung der Bewegungsorgane unumgänglich, die, wie oben erörtert, nur als Wimpern erscheinen müssen und, indem sie sich immer mehr entwickeln, einen sehr bedeutenden Vorzug vor den sich langsam bewegenden Amöben gewähren können. Ein Blick auf eine blitzschnell nach allen Richtungen fliehende und überall nach Nahrung schnappende Aspidisca oder Oxytricta veranschaulicht vollkommen die ganze Wichtigkeit und den Nutzen, die das Infusorium von ihren ursprünglich als die einfache Monadengeissel erscheinenden Wimpern bekommt. Natürlich ist es für ein Infusorium vortheilhafter kürzere und differenzirte Wimpern, als eine einfache Geissel der Monaden zu besitzen. Dank diesem Umstande sind zwei Typen der Infusorien entstanden, so 1. freischwimmende, mit vielen Wimpern, und 2. sitzende, aber einen sehr starken Strudel mittelst ihrer Wimpern erzeugende, der ihnen Nahrungstheilchen zuführt.

Also brachte bei den Amöben die Verdichtung der äusseren Schichten die Nothwendigkeit einer bedeutenden Schnelligkeit der Bewegungen, d. h. der Erscheinung der Bewegungsorgane hervor; dieselbe Ursache aber bedingte auch den Umstand, dass die betreffenden Bewegungsorgane, welche, wie es allgemein vorkommt, nur Körperauswüchse vorstellen, auch die Form dünner, fadenartiger Bildungen bekamen, entweder als eine lange Geissel oder mehrere kürzere Wimpern erscheinend.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. X.

Fig. 1—5. Cothurnia nodosa. Verschiedene Variationen aus dem Weissen Meere Fig. 1 und 2 mit einer runden oder ovalen Anschwellung des Stieles, Fig. 3, 4, 5 mit einer dreieckigen Anschwellung. Fig. 1 und 3 sind dem unteren verengerten Theile, Fig. 2 u. 4 dem zugerundeten Boden nach ähnlich. Endlich stellt Fig. 5 die Var. longipes vor (mittelst der Camera lucida gezeichnet).

Fig. 7. Eine Abnormität von Stilonychia mytilus.

Fig. 8. Cothurnia arcuata, nova species. Im Innern des Körpers sieht man

eine Vacuole. Fig. 8a. Der untere Theil der Schale im optischen Durchschnitt gesehen; sie veranschaulicht dies bei grosser Vergrösserung hervortretende Verhältniss zwischen dem Stiele und der Schale.

Fig. 9—10. Oxytricha oculata, nova species. Fig. 9 bei Ansicht von oben, Fig. 10 bei Seitenansicht.

Fig. 11. Balantidium Medusarum, nova species. nc — nucleus; vc — zwei contractile Vacuolen.

Fig. 12. Tintinus inquilinus, vordere Theil des Körpers ohne Schale.

Fig. 14 und 14a. Pleurophrys angulata, nova species. Fig. 14 Längsansicht; 14a Ansicht von oben. Nach der Hauptaxe betrachtet, stellt sie deutlich den sechseckigen Umriss der Schale dar.

Fig. 15. Difflugia spiralis Ehr., ohne Sandkörner an der Oberfläche; im Innern des Körpers selbst sieht man mehrere runde Kügelchen.

Fig. 16. Das obere, bandförmige Ende von Epiclinthes auricularis Cl. & L. An beiden Seiten sieht man kurze, stäbchenförmige Körperchen; in der Mitte — 5 oder 6 schiefe Borstenreihen.

Fig. 17. Difflugia Solowetzkii, nova species, mit stark umgebogenen Rändern.

Fig. 18—25. Polytoma uvella in den verschiedenen Zuständen ihrer Entwicklung. Fig. 18 völlig erwachsenes Exemplar; Fig. 19 und 20 im Zustande der Zweitheilung; Fig. 21 und 22 Viertheilung; Fig. 23 Zustand der Morula aus 8 Segmenten einer uvella ähnelnd; Fig. 24 ein junges Thier aus dem Zerfall der Morula entstanden; Fig. 25 Cysten-Zustand.

Fig. 26. Acineta mystacina, varietas longipes, nova varietas mit ausgezeichnet langem Stiele; vc Vacuole.

Fig. 27. Glaucoma Wrzesniowskii, nova species. An den Rändern sieht man Trichocysten im optischen Durchschnitt des Infusoriums. In der Mitte aber ist dasselbe bei Oberflächenansicht abgebildet, und hier treten die senkrecht stehenden Trichocysten als Kreise hervor. 27b stellt gesondert und mehr vergrössert den Lippenapparat vor; l beide Lippen; f der von ihnen begrenzte Spalt; m jener Theil des Körperparenchyms, der die Lippen umgiebt und deutlich gestreift ist. Die das gestreifte Feld umgebende Reihe von Kreisen stellt die senkrecht stehenden Trichocysten vor.

Fig. 28. Podophrya cylindrica Perty, mit mehr weniger eingezogenen Saugröhren.

Fig. 29 u. 30. Holophrya Kessleri, nova species, 39 in Seitenansicht; 30 von oben betrachtet, in der Mitte sieht man die runde Mundöffnung.

Fig. 31, 22. Vorticella Pyrum, nova species. 2 Individuen, sowohl der birnenförmige Körper, als der Stiel sind in verschiedenem Grade der Contraction. Das Peristom ist nicht vollständig abgebildet.

Fig. 33. Astasia deformis Fromentel mit amöboiden Pseudopodien.

Fig. 34. Clathrulina Cienkowskii nova species.

Fig. 35. Oxytricha Wrzesniowskii, nova species.

Fig. 36. Zoothamnium marinum, nova species. Ein Stock mit Individuen von verschiedener Lage. Bei allen sieht man deutlich den kleinen, ovalen Kern; a eigenthümliche Zacken oder Falten, die ihren Ursprung der Contraction des Körpers verdanken.

Fig. 37. Epistylis Balanorum, nova species. Ein vergrössertes Individuum, ganz entfaltet.

Fig. 38. Euglena Pyrum Ehr. in Zweitheilung begriffen.

Fig. 39. Podophrye conipes nov. spec. spec. (vergrössert). Der Körper ist mit dem Stiele fast von gleicher Breite, in 39a sieht man das trichterartig verbreiterte Saugröhren-Ende bei grösserer Vergrösserung.

Fig. 40. Tintinnus Ussowi, nova species. Die Schale ohne das Thier.

Fig. 41. Merotricha bacillata nov. genus et nov. species. Im oberen Körpertheile befindet sich ein Büschel Stäbchen, die Trichocysten ähnlich sind; unter ihnen sieht man eine Vacuole. An der Seite ist ein Grübchen vorhanden, aus dessen Tiefe eine Geissel ausgeht.

Fig. 42. Aspidisca Andreewi, nova species, von der Bauchseite gesehen.

Taf. XI.

Fig. 1. Urceolus Alenizini nov. gen. et spec. mit geöffnetem Munde.

Fig. 2. Oberer Theil derselben Monadine mit zugeschlossenem Munde.

Fig. 3 Amoeba angulata, nova species, mit 3 contractilen Vacuolen und einem kleinen runden Kern; der körnerlose Körper enthält ziemlich viele kleine Fetttropfen.

Fig. 4. Heteromita adunca, nova species.

Fig. 5. Haeckelina borealis novum genus et nova species. Im Innern des kugelförmigen, körnigen Körpers sieht man Fetttropfen. Der lange, dünne Kern sitzt auf einer Conferve.

Fig. 6—11. Amoeba emittens, nova species. Der körnerlose Körper enthält einen Kern und eine Vacuole, die immer im Hintertheile des Körpers liegt. 7 und 8 die Vacuole hat sich schon ganz dem Hinterende genähert; 9, 10, 11 stellen bei stärkerer Vergrösserung das Ende der Amoebe und das allmähliche Heraustreten der Vacuole; 11 die Vacuole platzte und da bleibt die Amoebe eine kurze Weile ohne dieselbe.

Fig. 12. Eine noch näherer Untersuchung bedürftige Heteromita, die zusammen mit der in Fig. 4 abgebildeten gefunden war und die entweder eine Uebergangsform zwischen Heteromita sulcata und den nicht gestreiften Heteromiten oder eine junge, noch nicht ganz ausgebildete Heteromita sulcata vorstellt.

Fig. 13. Heteromita sulcata, nova species, Varietas truncata. Ihr Hinterende ist abgestutzt und mit Körnern überfüllt; im vorderen, körnerlosen Theile sieht man eine grosse contractile Vacuole.

Fig. 14. Heteromita sulcata, varietas ovata, mit zugerundetem Hinterende. Auch wie bei der obigen sieht man hier längslaufende Furchen.

Fig. 15. Podophrya conipes, nova species. Ein ausgewachsenes Individuum mit ausgestreckten Saugröhren. Am Stiele sieht man neben der Mitte desselben zwei Ringe a' und a''.

Fig. 16. Podophrya cylindrica Perty.

Fig. 17. Epistylis Balanorum nov. spec. Eine Colonie aus 2 Individuen; das Thier hat sich contrahirt (siehe Taf. X, Fig. 37).

Fig. 18. Heteromita cylindrica, nova species.

Fig. 19. Dinophysis arctica, nova species. Die Oberfläche des Körpers ist fein chagrinartig; nahe der Oberfläche liegen im Körperparenchym bräunliche Körperchen.

Fig. 20—26. Hyalodiscus Korotnewi, nova species. Man sieht die Vacuole und den Kern. Fig. 20 der Zustand, in dem weder das den Körper umsäumende Häutchen, noch zugespitzte Pseudopodien, sondern nur stumpfe und kurze Scheinfüsschen sichtbar sind; Fig. 21 der Beginn der Häutchenbildung; Fig. 24 das Häutchen ist noch mehr entwickelt und die kurzen, stumpfen Pseudopodien sind schon ganz verschwunden; Fig. 26 — das Häutchen ist schon vollständig entwickelt, indem es den ganzen Körper umgiebt; an ihm sieht man sich zuspitzende und den Rand des Häutchens überragende Pseudopodien; Fig. 22 das Häutchen bleibt noch, aber die eben erwähnten Pseudopodien zogen sich ein, statt ihrer erschienen aber kurze und stumpfe Scheinfüsschen; Fig. 25 der kugelförmige Körper ist ganz ohne Pseudopodien, es blieb nur das Häutchen; ein Stadium, dem auf den Fig. 24 oder 26 ähnlich.

Fig. 27. Amoeba minuta, nova species.

Fig. 28. Amoeba crassa Duj. Man sieht den grossen, runden Kern und Diatomeen.

Fig. 29—30. Amoeba elaginia, nova species. a und b verschiedene Formen dieser Amoeba; im Innern sieht man den Kern und zuweilen 2, zuweilen 3 contractile Vacuolen.

Fig. 31. Amoeba papillata, nova species. Im Innern sieht man die grosse contractile Vacuole, und seitlich ist der Kern sichtbar.

Fig. 32. Dieselbe, einen besonderen Lappen für die Bewegung aussendend.

Fig. 33—35. Amoeba verrucosa (?) Ehr. Unten sieht man eine kleine Knospe, (a), die sich vom Ektosark abschnürt, in a' hat sie sich schon mehr vom Mutterorganismus abgesondert und steht mit demselben nur mittelst eines engen Verbindungsstückes im Zusammenhange; a'' die Knospe hat sich schon vollständig abgesondert und bewegt sich in einer kleinen Amoebe; gleich vor ihr, neben der Mutter schwimmt eine eben solche kleine, vollkommen hyaline Amoebe, die wahrscheinlich auch durch Knospung von der grossen entstanden ist.

Fig. 36—37. Protamoeba Grimmi nova species. Der körnerlose, durchsichtige Körper mit langen, fadenförmigen Pseudopodien.

Fig. 38. Euglena viridis Ehr., mit dem von Paramilkörnern überfüllten Hinterende.

Fig. 39. Euglena viridis Ehr., encystirt. Der grüne Inhalt ist von einer kugelförmigen, doppelt contourirten Hülle umgeben. Ihren rothen Augenfleck sieht man im Innern des grünen Cysteninhaltes; a die äusserst dünne Hülle, welche die im Innern des grünen Cysteninhaltes gebildete kugelförmige Höhle umgiebt; b ein kugelförmiger Haufen Paramilkörner innerhalb dieser dünnen Hülle.

Fig. 40. Amoeba alveolata nova species. Im Innern des Körpers im Endosark sieht man eine grosse Menge nicht contractiler mit Flüssigkeit erfüllter Vacuolen; ausserdem noch 4 kleine Fett-(?)tropfen und einen kleinen runden Kern, in der oberen linken Ecke, im Ektosark.

Fig. 41 und 42. Amoeba filifera nova species. Ohne Körner mit zwei Vacuolen und einem Kerne.

Die Knorpelzelltheilung.

Ein Beitrag zur Lehre der Theilung von Gewebezellen.

Von

W. Schleicher.

(Aus dem histologischen Laboratorium in Gent.)

Hierzu Tafel XII. XIII. XIV.

Vorbemerkung.

Einige Zeit nach Erscheinen unserer vorläufigen Mittheilung (Centralbl. f. d. med. Wissenschaften 1878) erhielten wir von Herrn Mayzel aus Warschau einen Brief, worin er uns darauf aufmerksam machte, wie wir zu ignoriren schienen, dass unter anderen Objecten er auch den Knorpel bezüglich der Kerntheilung untersucht, und auch dort die sonst aufgefundenen Theilungsbilder gesehn habe. Wir danken Herrn Mayzel für die freundliche Weise,

in welcher er unseren Nachlässigkeitsfehler tadelte, und bemerken hier ausdrücklich, dass Herrn Mayzel, und nicht uns, die Priorität in der Entdeckung des Modus der Knorpelzelltheilung gebührt. Herr Mayzel war so freundlich uns bald darauf seine russisch verfasste ausführliche Abhandlung über die Zelltheilung einzusenden; wir bedauern sehr, dass die Umstände nicht erlaubten, sie zu unserer Arbeit zu benutzen, da wir leider noch nicht Gelegenheit fanden, uns die Arbeit von Herrn Mayzel vorübersetzen zu lassen, und wir selbst der russischen Sprache nicht kundig sind.

Nach unserer Mittheilung sind über die Frage der Gewebezelltheilung noch zwei vorläufige Aufsätze erschienen, der eine von Peremeschko, der andere von Herrn Flemming, welcher so freundlich war, uns seinen Vortrag selbst einzuschicken.

Endlich sei es uns hier vergönnt Herrn Professor Ch. van Bambeke für die liebenswürdige Unterstützung, welche er uns überall und zu aller Zeit in diesem Studium zu Theil werden liess, innigsten Dank öffentlich auszudrücken.

I.

Geschichtliches.

Die ältesten uns bekannten Angaben über Knorpelzelltheilung finden sich in einem Aufsatz von J. Leidy (27) über die Gelenkknorpel aus dem Jahre 1849. Der Autor wundert sich über kernlose, aber fein granulirte Knorpelzellen, die ihm unter günstigen Bedingungen zur Beobachtung kamen; er giebt hierzu zwei Abbildungen, und fragt sich, ob er es hier nicht mit einem Theilungsstadium zu thun habe. Es war dies gewiss eine sehr wichtige Beobachtung, auf welche leider der englische Histologe nicht genug Gewicht legte. Denn auf einer folgenden Seite bemerkt er das öftere Aneinanderliegen von zwei Kernen in einer Zelle, und deutet diese Erscheinung auf eine eben vollbrachte Halbirung. Wie der ganze Process nun stattfindet, lehrt Leidy uns im Folgenden: „The simple isolated cartilage cells are found to become somewhat elongated, then at the sides to present the appearance of an indentation. The nucleus has a central position, and then a faint dividing line more translucent than the other parts of the cell, is observed

crossing the short diameter of the cell, ressembling somewhat the transverse line of dehiscence of an ovisac. By varying the focus of the microscope it is found that this line penetrates as a plane through the cell." — ..... „The cell contents, at this period distinctly presents itself divided into two masses, corresponding to the previously mentioned line passing through the cell, and each mass contracts itself with the contained half of the original nucleus, towards the centre of its respective cell."

Und später lesen wir: „Whether the division of the nucleus precedes that of the cell, or the reverse, still remains a problem."

Mehr Interesse als die Arbeit Leidy's bieten Claparède's (28) Untersuchungen über Zelltheilung im Zungenknorpel der Neritina fluviatilis (1857). Die Vorgänge im Kern, zwar die wichtigsten des ganzen Processes, konnten nicht belauscht werden, jedoch Claparède's Angaben über die Theilung des Zellkörpers dürfen wir hier nicht übergehen. Nach diesem Autor ist die erste Anlage zur Knorpelzelltheilung eine feine, kaum sichtbare Linie, welche die Zelle quer durchsetzt und die Wand derselben senkrecht trifft. Während diese Scheidewand an Dicke zunimmt, werden die beiden so gebildeten Tochterzellen durch eine neue feine Linie in der Quere halbirt, und so weiter. Es entsteht zuletzt ein so regelmässiges Bild, dass der Autor die ganze Urmutterzelle einem Schachbrett mit aufgestellten Figuren (den Kernen) vergleicht. Was die Spaltung der Scheidewände angeht, so erscheinen die Scheidelinien zweier benachbarter Urmutterzellen nicht, so lange die Theilung noch stattfindet. „Erst wenn die Tochterzellen der letzten Generation gross gewachsen sind, tritt der Mittellinie nach eine Spaltung in den Balken ein, und jede Zelle bekommt dadurch eine von derjenigen der benachbarten Zelle mehr oder weniger deutlich abgegrenzte Membran"; während zu gleicher Zeit die Winkel der viereckigen Zellen sich abrunden. — Die gleichen Erscheinungen wurden bei Cyclostoma elegans beobachtet. — Das Wesentliche an diesen Beobachtungen ist, dass die Zelltheilung nicht durch Einschnürung geschieht, sondern durch Bildung einer Scheidewand, deren Spaltung erst später eintritt.

Mit den Untersuchungen von Claparède übereinstimmend ist die Arbeit Heidenhain's: Zur Kenntniss des hyalinen Knorpels, 1863 (26). Des Verfassers Untersuchungsobjekt ist der Kopfknorpel von Froschlarven, ein wirklich ausgezeichneter Gegen-

stand zum Studium der Zelltheilung. Die mikroskopische Untersuchung geschah in verdünntem Eiweiss, worin, nach unseren eigenen Erfahrungen, frischer Knorpel sich gut erhält. Eine einfache feine Linie, in allen ihren Theilen gleich dick, überzeugt auch Heidenhain, dass die Zelltheilung im Knorpel nicht durch Einschnürung des Zellkörpers geschehen kann, sondern durch vorherige Bildung einer Scheidewand; Heidenhain bemerkt ebenfalls, dass, sobald die Scheidewand in ihrer ganzen Länge doppelt ist, man sie an ihren rechtwinklig auf der Begrenzung der Zelle stehenden Enden in zwei Contouren divergiren sieht. In Bezug auf innere Vorgänge der sich theilenden Zelle bringt aber auch dieser Autor nichts neues. Er konnte nur das Vorhandensein von doppelten Kernen constatiren, wie vor ihm Leidy, Claparède und andere, und erklärt ihre Entstehung durch einen sehr rasch verlaufenden Theilungsprocess.

Die Publikation von A. Hannover (29) intitulirt: On the first formation and development of cartilage (1865) enthält die merkwürdige Angabe, dass in den vom Autor untersuchten Knorpelzellen sich zuweilen drei Kerne vorfanden.

Wie scharf die Arbeiten von Claparède und Heidenhain nachgewiesen haben, dass die Zelltheilung im Knorpel durch einfaches Einwachsen einer Scheidewand erfolgt; wie plausibel hierfür Claparède's Vergleich der getheilten Knorpelzelle bei Neritina mit einem Schachbrett, und wie bezeichnend die Abbildungen von Heidenhain auch sind, so sehen wir doch mit nicht minderer Leichtfertigkeit die einmal angenommene Meinung von einem Durchschnürungsprocess der Knorpelzelle in den Lehrbüchern der Histologie weiter herrschen. Der Theilung des Zellkörpers durch Einschnürung gehen aber nach den Ideen der Schule bestimmte Vorgänge voraus. Es findet zuerst eine Verdoppelung der Kernkörperchen statt, hierauf folgt eine Einfaltung des Kerns, welcher nun eine Biscuitform erhält, und endlich durch weitere Einschnürung zur Theilung gelangt; erst dann erfolgt auch die Einschnürung des Zellkörpers und seine Theilung. Obgleich diese Kernvorgänge nun Vorstellungen von Dingen sind, die kein Histologe je gesehn hat, so sind sie dennoch bis heute allgemein angenommen, obgleich zwar Frey (30 S. 188) bekennt, dass die Durchschnürungsphasen des thatsächlichen Nachweises noch „harren".

Nicht anders stand die Frage, als Strasburger (24) und Bütschli (31) versuchten, den von ihnen so vielfach aufgefundenen Kerntheilungsprocess auch im Knorpel nachzuweisen. Obgleich Bütschli schon im Jahre 1875, wie aus einem Briefe an Strasburger hervorgeht, sich mit der Knorpelzelltheilung beschäftigte, so erschienen doch erst zwei Jahre später seine Mittheilungen über diesen Gegenstand. Dagegen publicirte Strasburger schon mit seinem Hauptwerke einige Untersuchungen über die Knorpelzelltheilung. Der Verfasser wählte als Untersuchungsobjekt den Netzknorpel aus der Ohrmuschel des Kalbes, giebt aber an, dass dieses Object für die Beobachtung der Theilungsvorgänge ungünstig sei. Seine Resultate hinsichtlich der Theilung des Zellkörpers schliessen sich an die von Heidenhain an. Wir können hier nur aussprechen, dass Strasburger in seinen Untersuchungen über diesen Gegenstand nicht glücklich gewesen ist, und dass er das wohl selbst zugeben wird, schliessen wir aus dem Zweifel, welcher seinen Aussprüchen anklebt. Strasburger will in verlängerten Kernen eine äquatoriale Platte, Auseinanderweichen beider Plattenhälften, und deutliche zwischen diesen ausgespannte Fäden gesehn haben. Im Aequator der Fäden sei dann eine Trennungsschicht sichtbar geworden, welche den Anfang der Zellplatte andeute. Was die Scheidewand angeht, so beobachtete Strasburger, wie schon Claparède und Heidenhain, dass diese simultan in der ganzen Trennungsfläche angelegt wird. Abweichend von diesen Autoren sind aber die weiteren Angaben einer Verdickung der Scheidewand in ihrer Mitte und ihrer Spaltung nicht in zwei, sondern in drei Lamellen, wovon die mittlere faserig erscheint, und eine ihrer Entstehung gemäss spindelförmige Gestalt zeigt. Die Zwischensubstanz entstehe demnach (wenigstens in diesem Falle) aus den „netzartig differenzirten Mittellamellen der Zellmembranen". Strasburger schliesst diesen Abschnitt mit der Bemerkung, dass ihm das wenngleich ungünstige Object genügt hat, um „sicher festzustellen, dass an demselben sich keine Momente für eine abweichende Auffassung der Zelltheilung ergeben". Das hat sich nun aber doch als ein Irrthum erwiesen.

Auf diese Mittheilung Strasburger's folgte im Jahre 1877, nachdem von anderen Seiten her schon Arbeiten über die Theilung der Epithelialzellen erschienen waren, die Arbeit Bütschli's, wodurch leider die Frage der Knorpelzelltheilung noch verwickelter

gemacht wurde. Weder die zweiseitige Zelleinschnürung der früheren Schule, noch die gleichzeitige Ausbildung einer zarten Scheidewand von Claparède, Heidenhain und zuletzt Strasburger sind nach Bütschli wahrheitsgetreue Vorgänge, und, was den Knorpelkern angeht, so ist hier ein spezieller Theilungsmodus wahrscheinlich. Nicht allein den früheren Angaben, sondern auch der allgemeinen Regel widersprechend, nach welcher die Theilung des Zellkörpers derjenigen des Kerns nachfolgt, behauptet Bütschli „einen mit der Theilung des Zellenleibes Hand in Hand gehenden Theilungsprocess des Kerns". Daraus folgt, dass die zweikernigen Zellen, an welchen der Verfasser nie eine beginnende Theilung des Zellprotoplasma beobachtete, nicht wie zuvor als Theilungszustände aufgefasst werden dürfen. In Bezug auf die Scheidewandbildung schliesst Bütschli aus Bildern, wo die Tochterzellen nicht parallel neben einander liegen, sondern mit ihren Längsachsen nach einem Ende hin convergiren, dass die Theilung des Zellenleibes einseitig erfolgt, und also die Scheidewand von einer Seite aus einzuwachsen beginnt, und von dort bis zur gänzlichen Durchschnürung weiter schreitet. „Die ursprünglich wohl als ein zartes Häutchen angelegte Scheidewand, — sagt der Autor — verdickt sich nämlich sehr bald, indem sie sich in eine mittlere Schicht von Grundsubstanz und zwei äussere Schichten von verdichteter Kapselsubstanz spaltet." Daher nun bald, an der Seite des Zellenkörpers, wo die Scheidewand zuerst auftrat, eine im Durchschnitt dreieckige Gestalt. Bütschli giebt zwar zu, dass, unter Umständen, eine allseitige Scheidewandbildung sich vollziehen könne, dadurch, dass sie rasch geschehe ohne beträchtliche Dickenzunahme der zuerst gebildeten Partien, jedoch will er solche Fälle zu den Ausnahmen gerechnet haben. Die convergirende Lagerung der Tochterzellen erhält sich, oder auch nicht, je nach den Objekten. Inzwischen kann nun auch eine neue Scheidewandbildung innerhalb der Grundsubstanzschicht der urspünglichen Scheidewand eingetreten sein, die, indem sie weiter dringt, gleichfalls wieder in drei Schichten zerfällt, eine mittlere von Grundsubstanz und zwei äussere von Kapselsubstanz; es kann selbst dieser Process sich ein drittes Mal wiederholen. Was die Kernvorgänge angeht, glaubt Bütschli bandartig gestreckte Kerne mit dunklen Enden und mit einer scheinbar faserigen Differenzirung beobachtet zu haben. Mehr Wichtigkeit schreibt Verfasser anderen Bildern zu, in welchen ein

langausgezogener Kern sich durch die beide Zellen verbindende Brücke von der einen Zelle in die andere noch erstreckte; die Enden des Kerns waren mehr oder weniger angeschwollen. Dagegen zeigten sich in anderen Zuständen schon getheilte Kerne, jedoch liess ihre Gestaltung eine geschehene Durchreissung noch genugsam erkennen.

Die Ursachen, welche Bütschli's Untersuchungen nicht begünstigten, werden an einem anderen Ort genauer erörtert werden. Gewiss ist, dass er und Strasburger wenig Licht auf die Vorgänge der Knorpelzelltheilung geworfen haben, und dass ihre Ansichten der Wahrheit nicht näher liegen, als die im Schwange begriffenen Anschauungen der Schule.

Ganz ungelöst war also das Problem, als im vorigen Jahr Mayzel, welcher zu seinen zahlreichen Untersuchungsgegenständen den Knorpel hinzufügte, mittheilen konnte, dass er auch in diesem Gewebe Kerntheilungsbilder aufgefunden hatte, welche von den schon früher für Epithelialzellen mitgetheilten nicht abweichen[1]).

II.

Eigene Untersuchungen und Literaturangaben[2]).

1. Untersuchungsverfahren.

Der Knorpel ist bekanntlich ein leicht veränderbares Gewebe: nur einige Minuten an freier Luft, der Desiccation ausgesetzt, so schrumpfen die Contouren seiner Zellen zusammen, und der Tod der letzteren tritt ein. Es handelte sich also darum, sollte das Studium der Zelltheilung im frischen Zustand, an lebendigen Zellen geschehen, die rasch verfertigten Präparate vor Verdunstung zu

1) Wie Herr Mayzel uns brieflich mittheilte, ist als Reagens für den Knorpel in der russischen ausführlichen Abhandlung die alcoholische Eosinlösung und Essigsäure angegeben. Das Untersuchungsobject ist der Tarsalknorpel vom Kalb.

2) Wir werden solche nur dann mittheilen, wenn sie unsere Untersuchungen direkt angehen. Eine vollständige Literaturbeschreibung würde uns zu weit führen.

schützen. Insofern erwies sich Ranvier's (1) für den Knorpel angegebene Paraffin-Einkittung ohne Zusatzflüssigkeit als ganz thunlich. Da jedoch ein geringer Druck auf das Deckgläschen eine gänzliche Zerstörung hervorrufen kann, zumal wenn das Untersuchungsobjekt zarter Natur ist, wie der Kopfknorpel der ganz jungen Batrachierlarven, fügten wir unter dem Deckgläschen dem Präparat andere frische Körpertheile von grösserer Consistenz hinzu. Auf diese Weise wurde noch obendrein eine feuchte Kammer hergestellt, welche gewiss einen guten Einfluss ausübte. Das somit zwar vorhandene Blut stört nicht im mindesten die mikroskopische Beobachtung: das Blut gerinnt nicht so bald unter diesen Bedingungen, und bei dem starken Objektiv-System (wir benutzten fortwährend Hartnack's Immersion-System No. 12) kamen die wenigen sich zwischen Präparat und Deckgläschen befindenden Blutkörperchen, sobald die Knorpelzellen in der Fokalebene lagen, gar nicht zu Gesichte. Dieses Verfahren erlaubte uns die Knorpelzellen über vier Stunden lang lebendig zu halten. Musste die Wirkung eines Reagens oder einer Färbeflüssigkeit geprüft werden, so geschah es mittelst Irrigation, nachdem zuvor an zwei entgegengesetzten Seiten das Paraffin mit einer gewöhnlichen Stahlnadel entfernt worden war. Als Untersuchungsobjekte dienten uns der Kopfknorpel von Frosch-, Kröten- und Pelobateslarven, das beste Material zur Beobachtung der Knorpelzelltheilung. Die relative Grösse der Zellen und ihrer Kerne, das Fehlen einer Zwischensubstanz, die häufig vorkommenden Scheidewände versprachen a priori ein günstiges Untersuchungsobjekt. Nach der Larvenzeit [1]) mussten wir uns leider mit jungen Fröschen begnügen, welche schlechtere Objekte liefern. Denn das Vorhandensein von Muskel- und Bindegewebsfasern an den knorpeligen Theilen der Scapula und des Hyposternum, auch wenn man sich zuvor ein Schaben mit dem Skalpel erlaubt hatte, erschwerte die Beobachtung um nicht wenig; auch sind hier die Zellen meist kleiner, und die Zahl der in Vermehrung begriffenen gering. Tritonen taugen hier gar nicht: die Kerne sind zwar gross, aber grobkörnig, und ihre Mem-

1) Anderweitige Beschäftigungen unterbrachen diese Arbeit über einen Monat lang und unglücklicher Weise gerade während der Froschlarvenzeit: daher die Verspätung dieser Publication, welche unsere vorläufige Mittheilung für so bald versprochen hatte.

bran im frischen Zustand wird unsichtbar, dazu kommt noch ein nur sehr spärliches Protoplasma. — Zum Studium der Knorpelzelltheilung bei den Säugethieren empfehlen sich junge Katzen: es gelang uns nicht, wenn auch mit Hülfe eines Heizapparats, auch hier den Prozess in vivo zu beobachten; aber die uns zur Beobachtung gelangten Bilder sind von denen, welche wir bei unseren Amphibien beobachteten, wesentlich nicht verschieden. Schnitte der Neurapophysen von neugeborenen Katzen können diese Bilder leicht verschaffen. Die Untersuchung des Schildknorpels eines neugeborenen Kindes, einiger Gelenkknorpel vom Kalb und anderer Objekte liess uns diese als ganz ungünstige Gegenstände erkennen. — Als Reagentien dienten uns Essigsäure 1—1,5 %, und die 5 ‰ Alaunlösung; als Färbemittel empfahl sich Purpurin[1]).

2. Die theilungsfähige Knorpelzelle.

Es mag der Satz als unbestreitbar wahr aufgestellt werden, dass das Maximum von Lebensthätigkeit der theilungsfähigen Zelle zugeschrieben werden muss. In ihr erreicht die Kontraktilität eine Fähigkeit, welche meist nur jugendlichen Zellen zukommt, die höchste Stufe.

Eine mindere Vitalitätsenergie zeigt die nicht mehr in Vermehrung begriffene Zelle. Stoffaufnahme, Stoffabgabe, Wachsthum finden jedoch noch immer statt, — Harting (3) lehrt, dass die Knorpelzellen im Leibe des älteren Embryo und Neugeborenen viel kleiner sind, als im erwachsenen menschlichen Körper —, aber was diese Mittelstufe von Lebensthätigkeit characterisirt, das ist ein geringes Vorkommen oder ein gänzliches Fehlen der Kontraktilitätserscheinungen, welche als Zeichen einer hohen vitalen Kraft gelten müssen. Ehe wir diese Kontraktilität in der theilungsfähigen und in der sich theilenden Knorpelzelle näher erörtern, wollen wir in diesem Abschnitt die Eigenthümlichkeiten der ersteren schildern, weil wir später öfter auf diese zurückkommen müssen, und beginnen wir hier direkt mit dem Protoplasma.

Unseren Blick fesselt im Innern einer mit einem nichts Auf-

1) Wenn Frey (2) sagt, dass dieser Färbestoff hinter seinen Erwartungen zurückgeblieben ist, so ist ihm vielleicht schlechtes Purpurin in die Hände gekommen.

fallendes bietenden Kern versehenen Knorpelzelle das Vorhandensein von verschiedenartigen Gebilden, welche wir in Fäden, Fädchen oder Stäbchen und Körner unterscheiden. Einige unserer Fäden sind geradlinig, sie erstrecken sich nicht selten von der Zellkapsel zur Kernmembran, mit welchen beiden sie zuweilen zu verschmelzen scheinen; ein anderes Mal bedecken sie den Kern, und können so unter gewissen Umständen den Anschein einer durch Kern und Protoplasma verlaufenden Scheidewand oder Theilungslinie darbieten. Jedoch die meisten dieser Fäden sind nicht gradlinig, sondern unregelmässig contourirt; seltner bieten sie eine regelmässige Form, bilden Halbbogen, vollständige Kreise, oder sind geschlängelt. Dergleichen Fäden liegen, in einer ihr concentrischen Richtung, der Kapsel mehr oder weniger dicht angelagert; andere liegen hie und da im Zellkörper, und noch andere umringen den Kern auf unregelmässige Weise. Diesen können geschlängelte Fäden bedecken, eine seltsame Anordnung, die man der vergleichen könnte, welche ein von Spermatozoiden überfallenes Ei darstellt. — Die Fädchen oder Stäbchen (die wir selbstverständlich ihrer Kürze halber von den Fäden unterscheiden) sind zahlreicher als diese, bieten öfters als diese eine gewundene Form, und ihre Lagerung scheint zuweilen eine nach dem Centrum markirte Richtung anzudeuten. — Endlich, was die Körner angeht, so finden wir sie hauptsächlich der Kernmembran anliegend, wenn sie zwar auch im Zellkörper hie und da, unregelmässig vertheilt, vorkommen können. — Die Dicke dieser Gebilde ist verschieden. Die Fäden sind besonders fein, wenn sie an der Peripherie liegen, ebenso fein wie die internucleären Fäden zwischen den eben getheilten Kernen. Wenn die Fäden überhaupt nie dick erscheinen, so steht es anders mit den Fädchen; wir gaben ihnen als Synonym das Wort „Stäbchen", eben weil ihre Dicke oft so beträchlich wird, dass sie sich hierin von den Kernstäbchen nicht unterscheiden. Die Granulationen endlich sind nicht minder in ihrer Grösse veränderlich. — Ihr Lichtbrechungsvermögen (der Fäden, sowie der Fädchen und Körner) erscheint meist wie dasjenige der Zellkapsel; zuweilen jedoch, wenn die Gebilde dick sind, und auch wenn sie sich in der Nähe des in Theilung begriffenen Kerns befinden, zeigen sie sich heller, so hell wie die differenzirte Kernsubstanz. Sie färben sich nicht durch Carmin und Purpurin, bräunen sich nicht durch Osmiumsäure, da wo der Kern schon angegriffen ist. Jedoch als wir

einmal ein Purpurinpräparat einige Tage nach dessen Verfertigung beschauten, bemerkten wir, dass einige Kerne den zuerst von ihnen aufgenommenen Farbstoff an die nächstgelegenen Körner abgegeben hatten; an einigen Stellen waren dann die Kerne ganz farblos, und die Körner glänzend roth. Auch in frischen durch Irrigation gefärbten Präparaten kamen selten Färbungen unserer protoplasmatischen Gebilde vor. Was ihr Vorkommen nun betrifft, so müssen wir erwähnen, dass sich Körner, Stäbchen und Fäden auch im knorpeligen Scapularand des erwachsenen Frosches vorfinden, also auch in Zellen, die sich nicht mehr vermehren. Jedoch überall konnten wir sie nicht auffinden; wenigstens die Fäden und die Fädchen fehlen hie und da in nicht mehr jugendlichen Geweben; Körnern dagegen begegnet man wohl überall.

Was aber diese für jetzt zur Genüge beschriebenen Elemente der theilungsfähigen Zelle charakterisirt, was uns oben ermöglichte die Energie des Zellenlebens in verschiedene Grade zu unterscheiden, das ist die hohe Kontraktilität, welche diese Bestandtheile der jugendlichen Knorpelzelle zu erkennen geben; es sind die lebhaften amöboiden Bewegungen, deren diese Gebilde fähig sind. Sinkt die Lebensthätigkeit auf eine Mittelstufe, wie in den Zellen im Scapularande eines erwachsenen Frosches, so beobachten wir keine Bewegungen mehr, und a fortiori nicht in den alternden Zellen. Mehr haben wir in diesem Abschnitt nicht über diese Gebilde zu sagen: ihr Wirken, ihre Funktion wird anderswo besprochen werden. Für jetzt ist festgestellt worden, dass in der theilungsfähigen Zelle auch da, wo der Kern noch keine Sonderung zeigt, rings um ihn herum protoplasmatische Gebilde hin und her spielen, ein Umstand der unserem Elementarorganismus ein sehr lebendiges Aussehen verleiht.

Der Kern, so lange der Theilungsprozess nicht begonnen hat, verhält sich passiv, man beobachtet an und in ihm keine Aenderungen. Man könnte voraussetzen, dass in einem eifrig in der Vermehrung begriffenen Gewebe, wie im Kopfknorpel der Batrachierlarven, die Zellen fortwährend in Theilung begriffen seien, so dass der kaum gebildete neue Kern bald nach seinem Entstehen, oder richtiger, nach dem Entstehen der neuen Tochterzelle, sich wieder zur Theilung anschickt; man würde dann fortwährend Theilungsbilder vor sich haben. Die Beobachtung widerspricht dieser Hypothese: so gross ist der Vermehrungseifer nun doch

nicht, und übrigens müssen unsere jungen Tochterzellen auch wachsen, um wiederum theilungsfähig zu werden. — Das Aussehen des nicht in Theilung begriffenen Kerns ist verschieden: meist homogen mit ein oder zwei klaren Nucleolen, wie im Knorpel unserer Amphibienlarven; weniger homogen, mehr oder weniger granulirt in der Scapula junger Frösche, und hier noch mit sichtbaren Nucleolen versehen, treffen wir ihn dagegen mit zahlreichen groben Körnern und Stäbchen in der Scapula der Tritonen, welche meist so dicht an einander liegen, dass sie sich gegenseitig berühren. Auch bei den Batrachierlarven, sowie bei den jungen Fröschen, stösst man nicht selten auf minder homogene Kerne, und treffen wir dann auch an Stelle von Körnern dickere oder dünnere Stäbchen: es handelt sich aber wohl in diesen Fällen entweder um eben formirte Kerne, oder um solche, die sich zur Theilung anschicken. Den Tritonenkernen dagegen müssen wir das aus groben Körnern und Stäbchen aufgebaute Gerüst als eine permanente Eigenschaft lassen.

Endlich haben wir über den Aggregatzustand des Protoplasma unserer Zelle noch eine Bemerkung zu machen. Die sonst mehr oder weniger zähe Masse mag wohl hier nahezu flüssig sein, wie wir das aus der Leichtigkeit der Bewegung der protoplasmatischen Bestandtheile schliessen müssen. Die Fäden, wenn sie nicht zu lang sind, und hauptsächlich die Fädchen, winden und schlängeln sich, als befänden sie sich in reinem Wasser; dennoch ist ihre Consistenz nicht gross, da wir sie in Körner zerfallen sahen in Folge eines nur geringen Anstosses, wie im Vorbeistreifen an den Stäbchen des gesonderten Kerns, zum Beispiel. —

Es wird dem Leser die Frage aufgedrungen sein, in welchem Verhältniss die von uns beschriebenen protoplasmatischen Bestandtheile der Knorpelzelle zu den von Heitzmann (4) zuerst signalisirten, und darnach von Frommann (5), Kupffer (6), van Beneden (7) und Trinchese (8) bestätigten Angaben über das Vorhandensein von Fadennetzen im Protoplasma der thierischen Zelle stehen. Obschon nun Heitzmann's Angaben sich auch auf den Knorpel beziehen, können wir diesen nicht viel Vertrauen schenken, weil wir wissen, dass unser zartes Knorpelgewebe den Gebrauch von Reagentien (ohne welche Heitzmann sein protoplasmatisches Netz nicht sah) meist nicht verträgt, ohne Zerstörungen in seiner

Structur zu erfahren. Von netzförmig verbundenen Fäden ist im Protoplasma der (jugendlichen) Knorpelzelle nichts zu sehen, wohl aber von meist unregelmässig vertheilten, hie und da frei umher liegenden, beweglichen und hiermit in ihrer Lage sehr veränderlichen, kürzeren oder längeren Fäden. In seiner eben erschienenen vorläufigen Mittheilung bespricht Flemming (9) den Bau der lebenden Knorpelzelle und deutet die Existenz von Fasern an, welche „in einer unregelmässig concentrischen Anordnung“ durch den Zellenleib gehen, „mehr einen Filz, wie ein Netzwerk darstellend“. Wir hoffen, das Flemming's später erscheinende ausführliche Abhandlung eine vollständige Uebereinstimmung seiner und unserer Angaben zu erkennen gebe. Flemming bestätigt auch das oben von uns gegebene Urtheil über Heitzmann's Knorpelnetz, indem er sagt, dass die meisten Reagentien die von ihm angedeutete Protoplasmastructur der Knorpelzelle unkenntlich machen.

Was den Bau des Knorpelkerns angeht, so glauben wir auch hier nicht an die Existenz eines Fadennetzes. Wir sind zwar weit entfernt, das von so vielen Autoren, besonders schön im Keimbläschen, nachgewiesene Vorhandensein von feinen netzförmig angeordneten Fäden im Innern von Kernbildungen in Abrede stellen zu wollen; aber andererseits denken wir, dass die Existenz des Kerns nicht an das Vorkommen solcher gebunden sei, dass solche kein constantes Strukturverhältniss darstellen. Wir glauben mit R. Hertwig (10) entschieden an das Vorhandensein von homogenen Kernen, wo die Kernsubstanz gleichmässig von Kernsaft durchtränkt ist, denn so zeigten sich unsere Knorpelkerne in ganz jungen Froschlarven; und gegen Flemming (9 u. 11), welcher dem Knorpelkern ein Netz zuschreibt, bemerken wir, dass das Vorhandensein von Stäbchen („Bälkchen“) uns nicht zur Annahme eines intranucleären Netzwerks ermächtigt. Ein Netz wird doch nur durch zusammenhängende, verästelte Fäden dargestellt, und ein solches Bild ist uns im frischen Zustand, im lebendigen Kern nie erschienen. Wohl sahen wir Kerne, wie im Tritonenknorpel, welche ein entgegengesetztes Extrem zu den homogenen Kernen im Knorpel der ganz jungen Froschlarven bildeten; aber wie zahlreich die Körner und Stäbchen waren, wie dicht sie auch aneinander lagen, ist es uns nie möglich gewesen dieses dichte Gerüst mit einem Netz zu vergleichen. Wie leicht kann jedoch unter diesen Umständen der Tod der Zelle, welcher mit einer plötzlichen

Aenderung im Zellchemismus verbunden sein muss, und noch vielmehr der Gebrauch von Reagentien eine Zusammenschmelzung der, zuvor (im lebenden Zustand) von einer Zwischensubstanz getrennten, Stäbchen und Körner hervorrufen, und so das Bild eines netzartig zusammenhängenden Gerüstes entstehen. Das Studium so feiner Strukturverhältnisse dürfte demnach nicht allein ohne Reagentien geschehn, ohne jegliche Zusatzflüssigkeit, sondern die Histiologen müssen bei solchen Untersuchungen sich auch auf lebende Zellen beschränken; nur dann allein können wir gewiss sein natürliche, normale Bilder vor Augen zu haben! — Von einem Zusammenhängen der intra- und extranucleären Fäden, wovon Heitzmann, Frommann, Eimer (12) und Klein (13) sprechen, kann hier erst recht keine Rede sein; es widerspräche eine solche Annahme in grellster Weise der grossen Beweglichkeit unserer Fäden, wie der Leser sich selbst in einem späteren Abschnitt überzeugen wird. Wenn ein protoplasmatischer Faden so liegt, dass er zugleich die Kapsel und Kernmembran berührt (solche Fälle sind von uns oben erwähnt worden), wenn diesseits und jenseits Stäbchen oder Fasern liegen, sodass ihre Enden mit denen des protoplasmatischen Fadens mehr oder weniger correspondiren, autorisirt uns das, die Theorie Heitzmann's und Anderer anzunehmen? Zwar ist uns letztere Bedingung nie vorgekommen, aber der Zufall hätte es doch dazu führen können; und die Reagentien, deren sich Heitzmann und Andere bedienten, mögen wohl diesen Bedingungen entsprechende Bilder hervorgebracht haben! —

3. Vorbereitung zur „Karyokinesis".

Wie soll man den Zustand des in seine beiden Bestandtheile gesonderten Kerns bezeichnen? Dürfen wir die nun freie Kernsubstanz[1]) noch Fadenmasse, Körnermasse, stäbchenartiges Gebilde, noch Sternfigur, noch Knäuel, und so weiter nennen, jetzt wo wir wissen, dass alle diese Erscheinungen sich als wechselnde Zustände der gleichen Kernsubstanz erweisen? Man willige deshalb ein, dass wir das Sein und das Werden der so verschiedenen Produkte der Kontraktilität des Kernes, Alles in einem allgemeinen

1) Wir nehmen hier, ohne Weiteres, die allgemeine Ansicht an, nach welcher der Kernstoff aus Kernsubstanz und aus Kernsaft besteht.

Begriff des Kernzustands, in ein Wort „Karyokinesis“ zusammenfassen[1]).

Es ist schwierig den Prozess der Kerntheilung ab ovo zu verfolgen. Denn selten wird es einem Kern, der den Impuls nicht zuvor empfangen hätte, einfallen sich zur Theilung anzuschicken, sobald er sich einmal in den doch gewiss nicht normalen Bedingungen findet, welche der Raum zwischen Objektträger und Deckgläschen darstellt. So liegen uns denn nur seltene Fälle vor, wo wir Kerne auf Veränderungen ihrer Innenmasse ertappten, und diese dann weiter verfolgten. So gelang es uns die Vorbereitung zur Karyokinesis bei jungen Fröschen und Pelobateslarven zu beobachten. Wie gesagt, im Innern des Kernes treten sichtbare Aenderungen auf. Stäbchen und neue Körner erscheinen in unregelmässiger Vertheilung, der Kern wird immer reicher an glänzenden Bestandtheilen, und diese sind in kurzer Zeit so dicht aneinander gedrängt, dass kaum Zwischenräume sichtbar sind. Es leuchtet ein, dass diese Differenzirungsarbeit, je nachdem zuvor der Kern körnchenarm oder körnchenreich war, sehr verschieden sein muss. Obgleich diese Sonderung noch vor der eigentlichen Auflösung der Kernmembran beginnt und sich vollzieht, hat inzwischen doch schon die Innenseite der Kernbegrenzung ihre Glattrandigkeit eingebüsst, es liegen ihr Körner und Stäbchen dicht an, welche mit ihr zu verschmelzen scheinen; daher ein höckeriges Aussehn. Bald aber erliegt auch die ganze Membran einer Zerstückelung, denn sie verliert ihre runde Beschaffenheit, ihr äusserer Contour bietet ein eckiges Aussehn, die ganze Membran erfährt Einbuchtungen, und ihr Verschwinden beginnt entweder an verschiedenen Stellen zugleich, oder an einem Ort, von wo aus sie sich weiter zerstückelt. Wichtig ist es nun, dass die zerstückelte Membran mit zum Bau der karyokinetischen Figur benutzt wird. Wir beobachteten das sehr deutlich bei einer Pelobateslarve. Ein Kern mit einem stäbchenartigen Inhalt, in welchem langsame Veränderungen auftraten, zeigte eine polygonal abgeflachte Kernmembran, welche an einer Stelle eine durch Einbuchtung geschaffene Oeffnung darbot; daselbst sahen wir ein nach innen gebogenes Stück der Kernmembran sich lostrennen, um sich mit dem Inhalt des Kernes zu

1) Die Etymologie des Wortes ist: *κάρυον* (Kern) und *κίνησις* (Bewegung).

vermischen. Andere zwar nicht so klare Beobachtungen bestätigen diese Annahme. Was den Nucleolus angeht, so konnten wir nur sein Verschwinden wahrnehmen.

Der so zur Karyokinesis sich anschickende Kern besteht demnach aus den schon vorhandenen dichten Kernbestandtheilen (Körnern, Stäbchen, wo vorhanden, und Nucleolus), aus neuen Sonderungsprodukten und endlich aus der zerstückelten aber sonst unveränderten Kernmembran.

Auffallender Weise haben wir keine Volumsveränderungen weder an den Zellen noch am Kern bei der Vorbereitung zur Karyokinesis beobachtet. Es muss das eine Eigenheit des Knorpels sein, da solche von allen anderen Autoren bei der Theilung von Gewebezellen angegeben wird. So spricht Mayzel (14) von grossen Kernen im Epithelium der Hornhaut, welche die ihrer Umgebung mindestens um das Doppelte an Grösse übertreffen, und die sie enthaltenden Zellen sind ebenfalls umfangreicher, als die nicht sich zur Theilung anschickenden Zellen. Ebenso sagt Eberth (15) dass die Metamorphosen der sich theilenden (Epithelial-) Zelle mit einer Vergrösserung ihrer selbst und des Kerns beginnen. Auch Flemming (9) beobachtete meist einige Vergrösserung des sich zur Theilung anschickenden Kerns.

Was das Auftreten von früher nicht sichtbaren Körnern im Zellkern angeht, so stimmen wir hierin mit Mayzel und Eberth überein. Strasburger (16) beschreibt bei Nothoscordum fragans eine Kerntheilung, welche von der Mayzel'schen nicht wesentlich verschieden ist, und giebt auch hier eine anfängliche Sonderung in Körner an, welche mehr und mehr den Kern füllten; die Regelmässigkeit, welche er der Vertheilung dieser Körner zuschreibt, müssen wir jedoch als ein zufälliges Zustandekommen deuten. Auch Peremeschko in seiner kürzlich erschienenen vorläufigen Mittheilung (17) spricht vom Erscheinen erst kleiner, dann grösserer Körnchen, und Umwandlung dieser in bald feinere, bald dickere Fäden, deren Vertheilung aber unregelmässig ist. Diesen verschiedenen Angaben opponirt nun Flemming, weil er bei Salamandra von Anfang an zusammenhängende Gerüste sah. Man gestatte uns aber die Bemerkung, wie ist es möglich in einem Kern, „der ein dichtes Reticulum mit Verdickungen führt," das Auftreten von Körnern zu constatiren? Auch wir hatten dieses nie im Knorpel-

kern der Tritonen beobachten können. Zudem für uns, die wir an das nothwendige Vorkommen eines Kernnetzes, und auch eines Kerngerüsts nicht glauben, (Seite 21) ist es von theoretischer Seite her ganz unbegreiflich, wie so auf einmal in einem zuvor homogenen Kern (wie im Kopfknorpel der Froschlarven) durch eine plötzliche Sonderung das Gerüst des karyokinetischen Kerns entstehe.

In Bezug auf die Kernmembran beschreibt Schwalbe (18) an der Innenseite derselben in den Ganglienzellen der Retina grössere und kleinere buckelförmige Hervorragungen von der gleichen Substanz wie das mit Zacken versehene Kernkörperchen. Das oben bei dem Auftreten von Körnern und Stäbchen angedeutete Erscheinen eines höckerigen innern Contours der Kernmembran können wir hier nicht durch die Kontraktilität dieser, sondern durch Verschmelzung der auftretenden glänzenden Bestandtheile mit ihr erklären, zumal wir die gleiche Disposition in den nicht in Theilung begriffenen grobkörnigen Tritonenknorpelkernen trafen. Eine Möglichkeit solcher Verschmelzung wird aus der Beschreibung der Bildung des neuen Kerns hervorleuchten. Stricker (19) beschreibt an den farblosen Blutzellen der Frösche und Tritonen Continuitätsunterbrechungen der Kernmembran, so dass Kerngerüst und Zellleib offen in Verbindung stehn, und das umgebende Protoplasma unter Bewegungserscheinungen des Kerngerüsts eingezogen werden kann; der Verfasser bemerkt, dass hierdurch auch Theilungsvorgänge eingeführt werden können. Stricker beobachtete träge Bewegungen des Innengerüsts auch in den Kernen fixer Gewebeszellen, sowie Gestaltveränderungen der Kernhülle. Beobachtungen, nach welchen nicht alle Knorpelkerne solche Bewegungen zu erkennen geben [1]), sprechen dafür, dass diese Erscheinungen mit einer subsequenten Theilung verbunden sein würden, wenn günstige Bedingungen sie zuliessen; wir glauben also diese Erscheinungen für Anfänge möglicher Theilungen halten zu dürfen.

Flemming in seiner eben erschienenen Mittheilung spricht auch von einer Einziehung der Kernmembran in das karyokinetische Gerüste.

1) Durch Anwendung einer gewissen Temperaturerhöhung beobachtet man bei den Batrachiern Bewegungen in einer grösseren Verbreitung, als man sie sonst sieht. Dass man sich hierdurch normale Bilder verschaffen kann, wird man nicht läugnen.

4. Die Karyokinesis.

Wie schon gesagt, begreifen wir in diesem Wort die mannigfaltigen Erscheinungen des gesonderten zur eigentlichen Theilung sich anschickenden Kerns, Erscheinungen, welche dieser einzig und allein seiner hohen Kontraktilität zu verdanken hat. Wir glauben nicht, dass das Protoplasma in irgend einem Verhältniss zu der Entstehung der Karyokinesis stehe; auch die locomotorischen Bewegungen dürfen wir nicht etwa Rotationsströmen des Protoplasma zuschreiben. Nachzuweisen, wie die alten verschwindenden und neuen auftauchenden Bilder unseres jetzigen Kernzustands sich gestalten, wie unregelmässige und zufällige Figuren die Karyokinesis erzeugt, das ist der Zweck unserer folgenden Beschreibung. Schon einmal wurde bemerkt, wie schwierig es ist den Kerntheilungsprocess ab ovo zu verfolgen; aber die wenigen Fälle, wo uns das gelang, genügten, um die ersten karyokinetischen Bilder als ebenso verschiedenartig gestaltet, als ebenso unregelmässig und zufällig erkennen zu lassen, wie es die darauf folgenden sind. Werfen wir einen allgemeinen Ueberblick auf die karyokinetischen Bilder, welche ein Kern des Batrachierknorpels erzeugen kann, so fällt uns gleich eine nicht seltene Form auf, die sich durch die radiäre Anordnung ihrer mehr oder minder langen Stäbchen auszeichnet; es ist selbst die Figur, welche man am meisten findet, wenn man ein Präparat durchläuft, wohl deshalb auch, weil sie leicht in die Augen springt (Taf. XIII. Fig. 2a, und 2h; Taf. XII. Fig. 1k; Taf. XIV. Fig. 11f und 11c). Dass diese Figur aber weder permanent ist, noch ein gewisses Stadium vorstellt, das beweist zur Genüge ihr ebenso schnelles Schwinden, wie das der anderen Figuren; das beweist noch ihr zu verschiedenen Zeiten und mehrfach sich repetirendes Erscheinen (Man sehe unsere Abbildungen). Nur selten schien der Kern eine Prädilektion für diese Sternfigur zu haben; er behielt dann diese eine ziemliche Zeit lang, wenn auch mit geringen Aenderungen, um aber darauf wieder eine ganz unregelmässige Form darzubieten. Eine regelmässige Figur wird zuweilen noch durch eine circuläre Aneinanderlage der Körner erzeugt, so dass ein Theil des Protoplasma ringförmig umschlossen wird. Als constant und als ein besonderes Stadium erwies sich aber auch diese Figur nicht. Werfen

wir nun einen Blick auf unsere Tafel XII (Fig. 1a—y), die eine Reihe von aufeinander folgenden karyokinetischen Bildern so getreu wie möglich darstellt[1]). Der länglich runden aus Körnern und Stäbchen bestehenden Fig. a folgen in b, c und d die unregelmässigsten, in b meist aus Körnern, in c und d aus gekrümmten Stäbchen aufgebauten Formen; c und d scheinen in zwei Hälften auseinanderweichen zu wollen. Ihnen folgt e eine zum Theil radiäre Anordnung. Die drei nächsten Figuren (f, g, h) bestehn wiederum aus unregelmässig vertheilten gebogenen Stäbchen und Körnern. Figur i zeigt unten eine ringförmige Aneinanderlage der Körner, und jetzt erscheint zum zweiten Mal eine radiäre Figur (k), die sich in l ziemlich gut erhalten hat, um dann abermals (m—q) die mannichfachst contourirten Stäbchen darzustellen; endlich sei noch auf v und w hingewiesen, wo die Stäbchen sich parallel gelagert haben; die Theilung geschieht aber doch noch nicht, wie x zeigt. Aehnliche Erscheinungen bieten im Ueberblick unsere Figuren 2, Taf. XIII, und 11, Taf. XIV. In ersterer richten wir des Lesers Aufmerksamkeit auf i und k; man glaubt hier knopfförmige Enden der Fäden zu sehn, oder auch nur Körner; eigentlich sieht aber der Beobachter ganz einfach auf die Enden der Stäbchen, welche nur dicker erscheinen, weil sie in der Fokalebene liegen. Stäbchen die an einem Ende wirklich angeschwollen waren, haben wir nur sehr selten gesehen; auch können hier Fäden mit aufsitzenden (noch nicht mit ihnen verschmolzenen) Körnern leicht den Beobachter in die Irre führen. Zum Schluss erwähnen wir das Vorhandensein von diffus vertheilten feinen Körnern: es ist dies nur eine karyokinetische Erscheinung wie eine beliebige andere.

Auf die Frage hin, wie rasch alte Bilder vergehen und neue entstehen, müssen wir grosse Verschiedenheiten angeben; während nicht selten das Wechseln der Bilder sich so rasch vollzieht, dass an ein Fixiren aller mit dem Bleistift nicht zu denken ist, wird man in anderen extremen Fällen fünf Minuten lang, selbst länger auf das Erscheinen eines neuen von dem vorhergehenden wesentlich verschiedenen Bildes ruhig warten müssen. Die Kontraktilität selbst, die aktive Kraft, welche den mannichfachen Gestaltungen des

1) Es ist selbstverständlich, dass die Art unserer Untersuchungen den Gebrauch der Camera clara nicht zuliess.

karyokinetischen Kerns zu Grunde liegt, lässt sich nur selten in ihrem Sein, in ihrem Wirken sichtbar beobachten; nur dann, wenn die Bilder schnell wechseln, wenn die Maschine rasch arbeitet, können wir, indem wir eins der karyokinetischen Bestandtheile scharf in's Auge fassen, seine amoeboiden Bewegungen, das Zerfallen von Stäbchen in Körner, oder umgekehrt die Zusammenschmelzung von Körnern zu Stäbchen eventuell beobachten.

Nachdem wir die Karyokinesis in ihren Haupterscheinungen zur Genüge geschildert haben, werden wir den Leser noch mit zwei merkwürdigen Nebenerscheinungen bekannt zu machen haben, nämlich mit rechtwinkeligen Umdrehungen der karyokinetischen Masse und mit den in meiner vorläufigen Mittheilung schon erwähnten Locomotionen (20). Beginnen wir mit letzteren: sie sind interessant genug, um uns bei ihnen etwas näher aufzuhalten.

Bald nachdem der Kern in den Zustand der Karyokinesis eingetreten, erscheint die eben erwähnte Eigenthümlichkeit der Knorpelzelltheilung. Es finden nun Bewegungen des ganzen Kerns statt, welcher langsam durch das Protoplasma hinschwimmt. Diese leicht zu beobachtende Locomotion hat nichts mit Ausdehnungen und darauf folgenden Verkleinerungen der karyokinetischen Masse zu thun (Flemming). Ihr ausnahmsloses Vorkommen dürfen wir nicht behaupten; in kleinen Zellen, wo die Masse oft den ganzen Körper erfüllt, ist ihr Auftreten leicht verhindert, und gewiss die Beobachtung erschwert. Die Bewegungen sind meist[1]) unregelmässig: die Masse liegt einmal central, dann wieder excentrisch, bald hie, bald dort im Protoplasma, dieser oder jener Zellenwand angelehnt. In anderen Fällen, besonders wenn die Form der Zelle sich dazu eignet, bewegt sich unser Körper mit ziemlicher Regelmässigkeit von einem Pol der Zelle zum anderen; zuweilen gelangt er dann auch nur von einer Extremität zum Centrum, um wieder nach der verlassenen Stelle zurückzukehren; zuweilen auch, anstatt in grader Linie von der einen zur anderen Ecke zu ziehen, gleitet er an den Wänden her; zuweilen endlich bleibt er plötzlich stehn, um nach einer mehr oder minder langen Zeit sich wieder zu bewegen. Jedoch einen nur etwas regelmässigen Charakter kann man in gewissen Fällen der Locomotion nicht absprechen. Zeitbestimmungen

1) Wir ziehen hier die entgegengesetzte Angabe, welche sich in unserer vorläufigen Mittheilung findet, zurück.

gaben sehr verschiedene Resultate: um den Weg von einem Pol zum andern in einer länglichen, ziemlich grossen Zelle aus dem Kopfknorpel einer Froschlarve zurückzulegen, gebrauchte der karyokinetische Kern, wenn er sich in grader direkter Linie bewegte, bald drei bis vier, bald sieben bis acht Minuten. Ueber die Sistirung dieser Bewegungen einige Zeit vor der Theilung der karyokinetischen Masse liegen uns zwei genaue Beobachtungen vor; viele andere Fälle wo diese, nachdem sie zuvor keine Locomotion gezeigt hatte, sich bald theilte, mögen diese Angabe bestätigen.

Eine andere Nebenerscheinung der Karyokinesis stellen die oben erwähnten rechtwinkligen Umdrehungen des differenzirten Kernes dar. Sie wurden beim Frosch und zwar nur selten beobachtet. Ein constantes Vorkommniss bilden sie gewiss nicht, und direkten Bezug auf die Kerntheilung haben sie auch nicht. Denke man sich eine längliche Zelle, in ihr liegt, die kleine Achse einnehmend, eine aus ziemlich parallelen Stäbchen aufgebaute karyokinetische Figur. Dass ihre Kontraktilität sich freier entwickeln würde, wenn die Masse nicht im kleinen, sondern im grossen Querdurchmesser läge, ist leicht zu begreifen. Und was geschieht? Die Masse dreht sich sichtbar um einen ganzen rechten Winkel herum und findet sich somit in einer bequemeren Lage. Man könnte meinen, so eine komplizirte Erscheinung würde ein wichtiges Phänomen, etwa die eigentliche Theilung einleiten. Aber nein! Die oben angedeutete parallele Lagerung der Stäbchen verliert sich und die unregelmässigsten Formen treten auf. Fügen wir hinzu, dass wir in einer Zelle zweimal diese Bewegungen kurze Zeit aufeinander folgen sahen, und dass erst ziemlich spät darnach die Theilung eintrat, so wird man unserer Ansicht sein, dass diese Rotationen nur eine nebensächliche Bedeutung haben.

Jetzt noch eine letzte Angabe, ehe wir mit der Karyokinesis schliessen. Dass die Dauer dieses Zustandes grossen Schwankungen unterworfen sein kann, leuchtet a priori ein. Es geht jedoch aus den Fällen hervor, welche erlaubten hierüber Forschungen anzustellen, dass die Zeit, während welcher die Karyokinesis ihr Treiben und Wirken durchführt, die Vorbereitung zu diesem Zustand einbegriffen, nicht viel mehr als zwei Stunden repräsentirt. Es ist die Zeit, während welcher die physikalischen und chemischen Kräfte des Zellenlebens den Vorgang der eigentlichen Theilung, der Entzweiung des karyokinetischen Kernes, einleiten.

Weder Mayzel noch Eberth gelang es die Karyokinesis näher zu studiren. Beide mussten sich begnügen das Vorhandensein von knäuelförmig zusammengeballten Körnern, von Sternfiguren, von zackigen Bildern zu constatiren. Auch in dem Falle von Nothoscordum fragans, wo die aus dicken Fasern aufgebaute Kernspindel mit ihren consecutiven Verwandlungen so ganz den von uns später zu beschreibenden Vorgängen entspricht, dass wir keinen Zweifel daüber hegen, dass auch hier eine Karyokinesis stattgefunden haben muss, giebt Strasburger uns nichts an. Nach uns (20) gelang es auch Flemming und Peremeschko die Zelltheilung in vivo zu beobachten. Leider sind uns Flemming's Angaben als nicht ganz naturgetreu vorgekommen und sind wir geneigt anzunehmen, dass der Verfasser doch nicht unter so günstigen Bedingungen arbeitete, wie er selbst meint. Schon haben wir in der obigen Beschreibung uns einige Male gegen seine Ansichten gewendet, und fügen wir jetzt noch hinzu, dass wir nicht einsehen, weshalb die Karyokinesis nicht eben so unregelmässige Bilder bei Salamandra als bei den von uns untersuchten Batrachiern hervorrufen sollte. Wir glauben nicht dazu berechtigt zu sein, die Reihe von karyokinetischen Bildern, welche ein sich theilender Kern bietet, in eine gewisse Anzahl von Stadien zu theilen. Dass die Karyokinesis je nach den Geweben, je nach den Thieren, je nach manchen anderen Individualitäten[1]) verschiedene Bilder schaffen kann, geben wir gerne zu; doch gestatten unsere eigenen Untersuchungen es uns nicht, der Karyokinesis einen Charakter von Regelmässigkeit zuzuschreiben. Dagegen stimmen wir mit den Angaben von Peremeschko überein, der nach seiner vorläufigen Mittheilung ebenfalls beobachtete, wie das sternförmige Gebilde knäuelförmig werden kann, und umgekehrt; nur wundern wir uns, dass der Verfasser zu seinen oft (?) ganz regelmässigen Formen auch die Knäuelform rechnet. Endlich wollen wir hier unter Anderen Bütschli (21) und die Untersuchungen von Brandt (22) erwähnen. Ersterer hatte schon früher vorübergehende Gestaltveränderungen der Furchungskerne erwähnt, als später Brandt

1) Die karyokinetischen Bilder im Knorpel der Katze (Fig. 17 Taf. XIII) waren meist kompacter als die, welche die Batrachier bieten. Verschiedenheiten der Theilungsbilder vom Kern (weniger der Karyokinesis, als der folgenden Erscheinungen) lehren zur Genüge Mayzel's zahlreiche Untersuchungen.

erkannte, dass das Keimbläschen (so wie die Furchungskerne) nicht minder Kontraktilität besitzen, als unsere Untersuchungen dem Kern der Gewebezellen zuschreiben mussten. Brandt sah das Keimbläschen die baroquesten Gestalten annehmen, „nämlich höckerige, klumpenförmige, unregelmässig sternförmige, ästige oder baumförmige, netzförmig verzweigte ...“ Er sah auch das Keimbläschen sich in zwei oder mehr Läppchen theilen, welche später wieder mit einander verschmolzen; auch wir sahen nicht selten den karyokinetischen Knorpelkern in seinen Locomotionen Bestandtheile abgeben, welche bei der nächsten Gelegenheit wieder aufgenommen wurden. Wir lernen hier, dass das Keimbläschen in der ihm eigenen „Karyokinesis“ eben so unregelmässig sich geberdet, wie der karyokinetische Knorpelkern.

Die von uns beschriebenen locomotorischen Erscheinungen sind vielleicht eine Eigenheit des Knorpels; Flemming und Peremeschko haben nichts Aehnliches gesehen. Was unsere rechtwinkligen Umdrehungen der karyokinetischen Masse angeht, so ist es wohl überflüssig auf eine ähnliche Erscheinung, welche Auerbach (23) signalisirt hat, hier hinzuweisen[1]).

Zum Schluss dieses Abschnitts glauben wir einige Literaturangaben über das Vorkommen einer hellen Zone, die den karyokinetischen Kern umringt, hinzufügen zu müssen. Daraus, dass bisher kein Wort hierüber laut wurde, wird der Leser vielleicht geschlossen haben, dass uns solche Erscheinungen überhaupt nicht vorgekommen seien. Und so ist es denn auch; zwar sahen wir zuweilen feine Granula um den metamorphosirten Kern liegen, welche uns irrthümlich zur Annahme einer hellen Zone hätten führen können; aber oft genug erkannten wir dagegen das reine Zellprotoplasma zwischen den zerstreut liegenden Kernbestandtheilen. Von grosser Wichtigkeit ist hier Mayzel's Angabe über diese helle Kernzone; während Eberth um den metamorphosirten Kern der Epithelialzellen diesen Hof beschreibt, den er als Rest des früheren Kerns, als „Mutterkern“ auffasst, weist Mayzel nach,

1) Auerbach hat angegeben, vor der Verschmelzung seiner Polarkerne eine rechtwinklige Drehung des conjugirten Kernpaares um seine Achse beobachtet zu haben. Seitdem haben andere Autoren dieser Annahme widersprochen. So erklärt Bütschli diese Angabe durch ein einfaches Uebereinanderschieben der beiden Kerne bis zur gegenseitigen Deckung.

dass dieser Hof als Reaktionsprodukt angesehen werden muss. „Dieser künstlich entstehende Raum darf mithin nicht als Ueberrest des alten Mutterkerns aufgefasst werden, in welchem sich die Fadenmasse erst als neuer Kern differenzire.“ (Centralblatt f. d. med. Wiss. 1877 No. 11.) Mayzel konnte im frischen Zustand die helle Zone ebenso wenig auffinden, wie wir es vermocht haben. Auch giebt Peremeschko hierüber nichts an, was uns voraussetzen lässt, dass auch er bei seinen Untersuchungen in vivo nichts davon gesehen hat. Dagegen nimmt Flemming das wirkliche Vorhandensein einer deutlichen lichten Zone zwischen Kernfigur und Zellplasma an, aber nur von der dritten Phase an (man sehe das Original). Strasburger kam in pflanzlichen Zellen eine solche nur ein einziges Mal vor (24 Taf. II Fig. 27); er hält mit Eberth diesen Hof für die vom umgebenden Protoplasma aus markirte Grenze des ursprünglichen Kerns, der Hof selbst sei von dem bei der Verdichtung des Kernplasma ausgestossenen Wasser gefüllt. Endlich erinnern wir hier an die von Bütschli (21 S. 188) signalisirte Kernmembran um die schon gebildete Spindel, namentlich bei den Nucleolis der Infusorien. Selenka (25) hat diese Angaben bestätigt; dieser Autor giebt uns hierzu noch eine interessante Mittheilung über die Bildung der Kernspindel; er beobachtete nämlich eine Scheidung der Substanz des Furchungskerns in die innere protoplasmatische Spindel und den sie umspülenden Kernsaft; letzterer von seiner Umgebung, dem hellen Hofe der Strahlenfigur schwer zu unterscheiden, nimmt sichtlich an Masse zu, bis sein Inhalt unter Zerreisung der äusseren Membran sich mit dem Dotter mischt.

5. Das Protoplasma während der Karyokinesis.

Wir haben in einem vorigen Abschnitt kontraktiler fadenartiger Gebilde und Körner erwähnt und sie damals geschildert, wie sie sich beim ersten Blick darthun, nämlich als unbeweglich. Der folgende Abschnitt soll über ihre Kontraktilitätserscheinungen handeln, welche, wie man sich dess überzeugen wird, nicht geringes Interesse bieten; wir werden uns hier aller Erklärungen und Hypothesen enthalten, und einzig versuchen, wahrheitsgemäss die beobachteten Erscheinungen zu beschreiben.

Werfen wir einen Blick ins Innere einer seit ganz kurzer

Zeit in Karyokinesis begriffenen Knorpelzelle. Indem wir sie in ihrer Peripherie durchmustern, erscheinen in unserer jetzigen Fokalebene oben und unten, rechts und links der Kapsel dicht angelegte, mit ihr concentrische Fäden. Sie sind blass, lange nicht so lichtbrechend wie die Bestandtheile der karyokinetischen Figur, und dünner als die doch gar nicht dicke Zellkapsel. Die Fäden rechts und links entfernen sich von der Zellmembran; sehen können wir das nicht, wir schliessen es aber aus dem jetzt entstandenen, zuvor nicht sichtbaren Zwischenraum zwischen ihnen und der Zellkapsel. Ebenso geberden sich etwas später die zwei anderen Fäden (Fig. 12a Taf. XIV). Der rechte Faden hat sich inzwischen schon weiter von der Kapsel entfernt, als der links gelegene; obgleich letzterer sich auch schon an den beiden Enden gekrümmt hat, zeigt ersterer sich doch lebhafter. Denn er erfährt bald verschiedene Krümmungen, seine untere Extremität verschwindet vor unseren Augen, dagegen sehen wir das obere contourirte Ende sich deutlich nach dem Centrum richten. Die karyokinetische Masse dieser Zelle ist in lebhaften amöboiden Aenderungen begriffen; sie zeigt auch locomotorische Bewegungen, denn sie schreitet ziemlich regelmässig von einem Pol zum andern, ohne jedoch die Extremitäten zu berühren, woselbst sie einige Zeit stehen bleibt. Auf diese Weise geräth denn auch bald das obere gebogene Ende des Fadens rechts in Berührung mit der karyokinetischen Masse, und zufälliger Art speziell mit einem Stäbchen, mit dessen Ende er zu verschmelzen scheint. Aber bei der Entfernung tritt wieder Trennung ein; mehr als eine einfache Berührung hat doch stattgefunden, denn einige Körner, dem protoplasmatischen Faden zuerst angehörend, verlassen diesen und verschwinden in dem Kern. Unsere Figur 12b ist diesem Zustand entnommen; sie zeigt, ausser anderen früher nicht sichtbaren Dingen, einen neuen Faden rechts, der Kapsel dicht angelegt, welcher sich auch später entfernt. Wir verlassen diese Zelle, welche in Bezug der Fäden uns nichts Besonderes mehr bietet, und bitten den Leser sich unsere Figuren 13, 14 und 16 zu besehen. Alle drei zeigen Fäden, welche mit einem Theil frei in das Protoplasma hineintauchen, aber andererseits mit der Kapsel in Verbindung zu stehen scheinen; diese Eigenthümlichkeiten bieten den Anschein, als entständen diese langen Fäden durch Abschälung der Zellkapsel. Das weitere Geschick der Fäden ist, dass sie in kleinere Portionen oder in Körer zer-

fallen, was entweder spontaner Weise oder durch zufälliges Anstossen an einen fremden Körper geschieht. Häufig gehorchen sie aber auch ihrer Krümmungslust, und es entstehen dann grössere oder kleinere Ringe. Uebrigens sind lange, der Zellkapsel concentrische Fäden nicht immer sichtbar; auch Fädchen und Körner liegen in der Peripherie, zuweilen der Kapsel dicht angelagert. Wie schon angedeutet, sind die Bewegungen der langen Gebilde meist unsichtbar; in gewissen Fällen und mit scharfer Aufmerksamkeit lassen sie sich jedoch, in ihren Krümmungen zum Beispiel, beobachten. — Wir gehen jetzt zu den Fädchen und Körnern über: was sie charakterisirt, das sind die viel lebhafteren Bewegungen, welche sie zu erkennen geben. Figur 13 (Taf. XIV) verräth diese Lebendigkeit durch die contourirte Form der Fädchen, welche hier wegen ihrer beträchtlichen Dicke die Benennung Stäbchen wohl verdienen. Andererseits mag unsere Figur 11 (a—q) uns von einer langen Beschreibung dispensiren. — Was giebt aber nun die nackte, wahrheitsgetreue Beobachtung in Bezug auf das Verhalten der Fäden, Fädchen und Körner gegenüber der karyokinetischen Masse zu erkennen? Giebt es überhaupt ein Verhältniss zwischen Beiden? Wir glauben, dass uns unsere Untersuchungen erlauben, mit einem bestimmten „Ja“ diese Frage zu beantworten, und hoffen, dass bald andere Forscher durch diese Untersuchungen zu einer Revision unserer Angaben angeregt werden. Es liegen uns einige Beobachtungsfälle vor, in welchen wir das Aufnehmen von Fädchen und Körnern, die zuvor isolirt im Protoplasma lagen, in die karyokinetische Masse hinein auf das Deutlichste verfolgt haben, wo wir selbst zuweilen ihre direkte Verschmelzung mit den Bestandtheilen letzterer belauschten. Wir beobachteten, dass, ehe es soweit kam, oft eine gute Weile vergehen konnte; denn öfters sahen wir die karyokinetische Masse in ihrer Locomotion an Fädchen vorbeistreifen, ehe es zu einer „Assimilation“ kam. Zuweilen wurden auch die in die Kernmasse aufgenommenen Fädchen nach einiger Zeit wieder losgelassen. Solche Eliminationen dürfen uns aber nicht wundern, da, wie oft genug beobachtet wurde, die karyokinetische Masse selbst in ihrer Locomotion einige ihrer Bestandtheile abgiebt, die dann später wieder aufgenommen werden. Eigenthümlich ist es, dass die peripheren Bestandtheile des Protoplasma eine allgemeine Richtung nach dem Centrum zeigen; in der Umgebung dieser Sphäre angelangt, scheinen die amöboiden Bewe-

gungen diese Zweckmässigkeit nicht mehr zu verrathen, sie bewegen sich hin und her bis sie zufällig von der karyokinetischen Masse aufgenommen werden. Inzwischen werden sie auch dicker, und hiermit steigt ihr Lichtbrechungsvermögen: überhaupt im Augenblick, wo die „Assimilation" geschieht, unterscheiden sie sich nicht mehr von den Elementen des Kerns.

Kupffer (6) vergleicht die netzartige Anordnung in den Leberzellen des Frosches einem feinen Pseudopodiennetz, denn er beobachtete in der That an den Fäden derselben (bei einer Temperatur von 20—24° C.) wenn auch sehr langsame, doch deutliche Bewegungen. Auch van Beneden (7) gelang es in der grossen axialen Entodermzelle der reifen Dyciemen langsame Bewegungen eines Protoplasmanetzes zu beobachten. Sonst bietet, unseres Wissens, die Literatur nichts über diesen Gegenstand. Ueber die Angaben beider Autoren bemerken wir, dass, wenn hier das Vorhandensein eines Netzes geringe Bewegungen nicht ausschloss, es anders im Knorpel ist, wo die Lebhaftigkeit der Bewegungen mit der Annahme eines Netzes inkompatibel ist. Denn auch in Zellen, die nicht in Theilung begriffen waren, zeigten sich die Kontraktilitätserscheinungen so klar und deutlich, die Bewegungen so frei und unabhängig, dass dem Beobachter jede Hypothese an ein zusammenhängendes, verästeltes Fadennetz schwinden musste.

Heidenhain (26) beschreibt (S. 7) als Inhalt der Knorpelzelle das Vorhandensein von feinen Körnchen, die Molecularbewegung zeigten. Dass diese auch von uns beobachteten Körner nichts mit unseren amöboiden Körnern zu thun haben, ist selbstverständlich. Derselbe Autor (a. a. O.) bespricht einen zwar einzigen Fall, wo er mit der grössten Bestimmtheit den Kern seinen Ort ändern sah; es handelt sich wohl hier um einen schon differenzirten Kern, der aber noch seine runde Form besitzt.

6. Die Theilung.

Weniger leicht als die Karyokinesis lassen sich die folgenden Zustände des Kernes der sich vermehrenden Zelle beobachten.

Die letzten karyokinetischen Bilder bieten nichts besonderes, so dass wir plötzlich den Vorgang der eigentlichen Theilung eintreten sehen. Oft beobachtet man ihn auch gar nicht, denn er

vollzieht sich sehr rasch, und man ist dann ganz erstaunt zwei getrennten Hälften zu begegnen, von deren Zustandekommen man nichts gesehen hat. Auch kann die Beobachtung noch dadurch erschwert werden, dass die Theilung auf eine Weise geschieht, welche nicht erlaubt beide Trennungshälften in einer gleichen Fokalebene zu erkennen. Günstige Fälle lehrten uns jedoch, dass in der karyokinetischen Masse die Stäbchen sich plötzlich parallel legen, im ganzen eine elliptische Form bildend, und dass sich dann sofort die Trennung einstellt (Fig. 1, z). Diese Lagerung ist zwar nicht immer so hübsch regelmässig, wie in der angegebenen Zeichnung. Das Auseinanderweichen beider Hälften geschieht nun rasch, und es erstreckt sich in desto grösserer Entfernung als die Zelle dazu geeignet ist. Dass wir es zuvor nur mit einer hohlen Form, welche man einer Tonne, oder einer an den Enden abgeplatteten Spindel vergleichen kann, zu thun haben, beweist nun die Gestalt beider Kernhälften. Da, wie schon oben bemerkt wurde, letztere meistens in zwei verschiedenen Ebenen sich zeigen, sieht man nicht selten in einer höheren Ebene den Boden der in dieser liegenden Kernhälfte, und in einer tieferen Lage das Innere der anderen Hälfte; je nachdem die Trennung weiter fortgeschritten ist, hat man dann jedesmal die Fokaldistanz zu ändern, falls man die Umwandlungen beider Bilder verfolgen will. Eine Aenderung, welche die Kernhälften zuweilen während ihres Auseinanderweichens erfahren, besteht in einem Abplatten der Kernhälften, wie sie unsere Fig. 2, m (Taf. XIII) an der rechten Seite zu erkennen giebt, so dass eine Ansicht von oben nach unten mit einem Stein von gewöhnlicher Form Aehnlichkeit haben kann. Wie wir die Form der halbirten karyokinetischen Masse zu bezeichnen haben, ob Halbkugeln, ob Faserkörbe, ob Schälchen, und so weiter, das wäre nun wiederum ein unnützer Gegenstand der Erwägung. Unsere Untersuchungen lehren, dass es mit der Form der Kernhälften ebenso wie mit den Formen des zur Theilung sich anschickenden Kerns sich verhält; dass ihre Gestaltung verschieden sein kann je nach manchen zufälligen Umständen. Wie die Theilung das Ziel der Karyokinesis ist, so ist jetzt das nächste Ziel der Kernhälften eine Verschmelzung ihrer einzelnen Bestandtheile; und ebenso zufällig wie die karyokinetischen Figuren sind, nicht minder sind es auch die Gestaltungen der Kernhälften vor und nach diesem Verschmelzungsprozesse. Wir glauben auch, dass es für die Zellbildung im Allgemeinen

ein ganz nebensächlicher, höchst gleichgültiger Umstand ist, ob der Boden der Kernhälfte flach und breit, oder schmal und zugespitzt ist, ob der Krümmungsradius der Halbkugel gross oder klein ist, ob die getrennten Hälften denen einer in der Mitte durchgesägten Tonne oder einer Hemisphäre gleichen, und so weiter[1]).

Die Kerntheilung bietet noch einige Eigenthümlichkeiten, auf welche wir nun übergehen wollen. So liegen oft, aber nicht immer, zwischen den eben getrennten Hälften kurze Fäden, welche ebenso gut wie die Kernhälften früher zur karyokinetischen Masse gehörten (Fig. 1 a'—e'); es hat nämlich die Trennug die Tonne nicht wie ein scharfes Messer getroffen, denn zwischen den Hälften liegen noch einige Fäden oder Stäbchen ausgespannt; einige dieser Fäden liegen frei, ohne scheinbar sich entscheiden zu können, zu welcher Seite sie übergehen sollen, und andere bilden Brücken. Sie sind zuweilen so dick wie die Fäden, meistens aber feiner, als wären sie durch Ausziehen dünner geworden; mit den internucleären Fäden haben sie scheinbar nichts zu schaffen und verschwinden übrigens sehr bald.

Eine andere die Theilung angehende Eigenthümlichkeit zeigt das Vorhandensein der eben citirten internucleären Fäden. Nur ein einziges Mal gelang es mir, solche ohne Gebrauch von Reagentien zu sehen: der Fall genügte aber um festzustellen, dass diese Fäden nicht ein Artefakt darstellen, dass wir es hier nicht mit Reaktionsprodukten zu thun haben. Uebrigens erkennt man in der Mehrzahl der Fälle, ohne Gebrauch der Essigsäure, im frischen Zustande einen hellen Raum zwischen den getrennten Kernhälften, welcher das mögliche Vorhandensein von internucleären Fäden verräth. Der Gebrauch der Essigsäure (1—1,5 pCt.) kurz nach der geschehenen Theilung giebt nun Folgendes zu erkennen. Feine, helle Fäden erstrecken sich von der einen Kernhälfte zur andern; obgleich aus feinen Körnern zusammengesetzt, wie günstige Fälle lehren (Fig. 3 Taf. XIII), erscheinen sie gewöhnlich als continuirliche Fasern (Fig. 4 Taf. XIII). Ihre Richtung bei geringer Entfernung der Kernhälften ist eine geradlinige und

1) In einer früheren Anmerkung wurde schon darauf hingedeutet, dass man specifische Unterschiede annehmen muss; aber es kommt diesen doch gewiss nur eine höchst untergeordnete Bedeutung zu.

untereinander sind sie dann parallel. In grösserer Entfernung, wie sie in länglichen Zellen vorkommen [1]), zeigen die peripherischen Fäden eine etwas gebogene Richtung und sind dann zuweilen auch unregelmässig gekrümmt (Fig. 3 u. 4). Ihre Existenz kann von langer Dauer sein; so fanden wir sie noch in Knorpelzellen, wo die Scheidewandbildung schon begonnen hatte. Endlich sind sie nicht immer sichtbar und Essigsäure giebt dann nur eine helle Zone zu erkennen.

Wir schliessen diesem Abschnitt einige Beobachtungen über gewisse auffallende Lagerungen von hellen Fäden an. Es sei zuerst erwähnt, dass bis zum Augenblick der Theilung protoplasmatische Fäden und Fädchen noch immer sichtbar sind, dass dann aber die Ausdehnung des Kerns mit dem hellen Zwischenraum die Nichtsichtbarkeit solcher leicht erklären könnte, falls natürlich ihrer noch vorhanden wären. Schon vor der Theilung beobachtet man zuweilen auffallende Erscheinungen von der gleichen Art, als die, welche wir weiter beschreiben. So sahen wir öfters zwei bis drei, ein anderes Mal fünf, ein einziges Mal elf (Fig. 7 Taf. XIII) Fäden in radiärer Richtung gelagert, indem sie sich vom Centrum zur Kapsel erstreckten; hier scheint ihre Identität mit anderen protoplasmatischen Fäden nicht zu bezweifeln. Anders mochte es mit einer radiären Figur sein, wo dünnere Fäden als die meisten protoplasmatischen sich vom Centrum aus erstreckten; hier schien es uns eher, als hätten wir es mit feinen Ausläufern der karyokinetischen Masse zu thun (Fig. 6 Taf. XIII). Höchst interessant ist aber unsere Figur 5, eine echte Sonnenfigur; sie ist uns ein einziges Mal vorgekommen. Ganz regelmässig ist sie zwar nun auch noch nicht, an einigen Stellen fehlen die radiären Fäden. Letztere stehen an der Grenze des Sichtbaren, und wir vergessen nicht zu erwähnen, dass die Helle des Tages, der Gebrauch von einer sehr starken Vergrösserung und die Klarheit unseres Präparats die Erscheinung dieser Figur begünstigten. Viel deutlichere Bilder als diese centrale Sonnenfigur zeigen unsere Figuren 8 und 9 (Taf. XIII). Besonders hübsch in Ersterer sehen wir halbe Sonnen an den Extremitäten der schon in Verschmelzung begriffenen Kern-

1) Die Trennung der Kernhälften geschieht nicht nothwendiger Weise in der längsten Achse der Zelle. Oft genug sahen wir in länglichen Zellen die Trennung im kleineren Durchmesser sich vollziehen.

hälften, sie bestehen aus anderen Fäden, als die unserer eben geschilderten Centralsonne; sie besitzen nämlich die Dicke der protoplasmatischen Fäden; ihre Länge ist verschieden, und ihre Lage nur ziemlich regelmässig. Leider sind diese die einzigen uns vorliegenden Bilder, wo dieser Zustand so hübsch ausgeprägt war; meistens sahen wir hiervon nur schwache Andeutungen, zuweilen einfach unregelmässig vertheilte Körner (Fig. 3 und Fig. 4, Taf. XIII). — Eine andere Erscheinung, welche uns anfänglich nicht wenig in Confusion brachte, ist eine Kernspindel im Strasburger-Bütschli'schen Sinne (Fig. 10 Taf. XIII). Die Fäden schienen uns zwar etwas spärlich, aber sonst war die Aehnlichkeit so treffend, dass das Bild nicht anders interpretirt werden konnte. Ein ander Mal sahen wir auf der einen Seite einer länglichen karyokinetischen Figur drei Fäden, welche von dort aus convergirten, hiezu noch einige Körner; auf der anderen Seite dagegen lagen nur Körner. Wie viel Mühe wir uns später gaben, um eine solche Kernspindel wiederzufinden, es gelang uns nie.

Ueber die Gestalt, welche der Kern vor der Theilung annimmt, liefert die Literatur nur wenig abweichende Angaben. Wir finden in Strasburger's Werk, Ueber Befruchtung und Zelltheilung, unter den nach Mayzel's Präparaten verfertigten Figuren eine Seitenansicht der Kernspindel, wie sie im Epithel der Hornhaut von Triton vorkommt, welche unserer Tonnenfigur wohl entspricht. Die „von Längsreifen umzogene Tonne" Eberth's glauben wir nicht anders als Theilungsfigur erklären zu dürfen. Dass eine Theilung sich auch auf sternförmige Gebilde und andere erstrecken kann (Eberth), nehmen wir nicht an. Peremeschko ist mit uns einverstanden, denn er sagt: „Nach der Reihe von Formveränderungen empfangen endlich die Gebilde eine ziemlich regelmässige Tonnenform. Nur beschreibt er uns Verdickungen in der Mitte der Tonnenfäden, in welchen die Fäden reissen sollen; solche Verdickungen sind uns im Knorpel nie vorgekommen, auch finden wir solche Angaben nicht in Mayzel's doch so inhaltreicher Abhandlung, ebenso wenig bei Eberth. — Demnach halten wir dafür, dass die Tonnenform, das heisst, eine Spindel mit abgestumpften Spitzen als Typus der Theilungsform aufgefasst werden mag; dass diese Abflachung der Spindelenden nun je nach Umständen verschieden ist, dass auch hiermit die Form der Kernhälfte nicht

immer dieselbe ist, darüber hegen wir keinen Zweifel. Wir erlauben uns aber die Bemerkung, dass ein Studium solcher Kleinigkeiten die Wissenschaft wenig fördern wird. — Auch was das Vorhandensein von mehr oder weniger dickeren Fädchen zwischen den eben in Trennung begriffenen Kernhälften angeht, stimmt mit Mayzel und Eberth. Dagegen glauben wir, dass Mayzel eigentliche Kernfasern, die oben als internucleären Fäden beschriebenen Verbindungsfasern, in den Fällen, wo keine Kernplatte vorhanden war, nicht gesehn hat; auch Eberth scheint uns solche nicht aufgefunden zu haben. Es ist das leicht erklärlich, da die Reagentien diese Struktur sehr rasch zerstören. Wir erklären uns so auch die Angabe Flemming's, welcher sagt, dass die Theilung (der Gewebezellen) ohne Ausziehung dünner Verbindungsfäden erfolgt. Es ist wenigstens von uns für das Knorpelgewebe nachgewiesen, dass Kernfäden zwischen den getrennten Kernhälften vorhanden sind. Uebrigens hat auch Strasburger (16) solche bei Nothoscordum fragans deutlich gesehn und abgebildet. — Ueber die von uns nachgewiesene Möglichkeit des Vorhandenseins der Sonnenfiguren und der „Amphiaster-Bilder" finden wir weder etwas bei Mayzel, noch bei Eberth. Ersterer sagt selbst ausdrücklich, dass ihm radiäre Strahlungen nicht vorgekommen sind. Flemming spricht von einer radiären Anordnung der Fett- und Pigmentkörner. — Zum Schluss signalisiren wir die gewiss sehr wichtige Angabe Mayzels über das Vorhandensein einer durch Carmin sich stärker färbenden homogenen Zone um die neuen Kerne (in Verschmelzung ihrer Elemente begriffen); Mayzel hält sie für nach den Polen gedrängten Kernsaft, der zum Wachsthum der neuen Kerne diene.

7. Bildung des neuen Kernes.

Nachdem, dank einer zuvorigen Differenzirung des Kernstoffs in Kernsubstanz und in Kernsaft, die Karyokinesis zu Stande kommen konnte, nachdem, dank dieser Karyokinesis, im Kerne Umwandlungen erfolgten, deren Endzweck es war, den Kern vermehrungsfähig zu machen, sehen wir nun, nach geschehener Theilung, sich die Hälften der karyokinetischen Masse je zu einem neuen Kern reconstituiren.

Zum leichteren Verständniss folgender Beschreibung möge

der Leser unsere Figuren 1, 2 und 11 (Taf. XII, XIII u. XIV) nicht aus dem Auge lassen. Die letzte Figur stellt zwar ein normales Vorkommniss dar, wo der karyokinetische Kern, anstatt sich zu theilen, es vorzieht, nicht Urheber einer Generation zu werden, und zu seinem früheren Zustand zurückkehrt, aber dieser Umstand ist für die Kernbildung wohl indifferent. Wir haben übrigens solcher Fälle mehrere notirt. — Die erste Umwandlung, welche die verschiedenartig gestalteten Kernhälften bieten, ist eine Verschmelzung ihrer Bestandtheile, welche in allgemeiner Regel an den von einander abgewendeten Enden Beider beginnt. So entstehn zuerst kammförmige Bilder, aus dem verschmolzenen Boden der Kernhälfte und diesem perpendiculär aufsitzenden noch nicht zusammengeschmolzenen Stäbchen, zusammengesetzt. Ist die Verschmelzung schon weiter vorwärts geschritten, so haben wir unregelmässige höckerige Klumpen, oft noch mit einigen freien Stäbchen versehen; einige Reliefs an diesen Klumpen mögen wohl darauf hindeuten, dass eine gänzliche Verschmelzung nicht geradezu nothwendig sei; auch erkennt man zuweilen noch die Stäbchen. Dieser Zustand der Verschmelzung dauert einige Minuten, worauf neue Vorgänge eintreten. Die Masse zerfällt abermals in ähnliche Bestandtheile, wie uns die Karyokinesis früher kennen lehrte, und bietet nun auch wieder verschiedenartige, unregelmässige Gestaltungen mit sichtbaren amoeboiden Bewegungen; es entstehen und verschwinden wieder „karyokinetische“ [1]) Figuren. Doch lange treibt jetzt die Kontraktilität nicht ihr Spiel; denn nach einer Viertelstunde verrathen die Kernhälften, wenn zwar die eine oft zu einer verschiedenen Zeit als die andere, eine bestimmte Tendenz: die Bewegungen geschehn von nun an in Hinsicht auf die Constitution eines ähnlichen Gebildes, als jenes, von welchem der ganze Theilungsprocess ausging. Dieses zweckmässige Arbeiten während des jetzt in Rede stehenden Actes leuchtet aus unseren Figuren hervor, und wäre eine detaillirte Beschreibung überflüssig. Was hier gleich in die Augen springt, das ist das Vorhandensein von Zwischenräumen, die jetzt nicht mehr vom Zellprotoplasma, aber

1) Um Confusionen zu verhüten, schlagen wir vor den Gebrauch unseres Wortes nur auf den Zustand des Kernes bis zur Theilung zu beschränken, obgleich die darauf folgenden Bilder nicht minder karyokinetische Figuren darstellen als die vorigen.

von einem helleren Stoff erfüllt sind. Ihre Erklärung findet später Statt. Zugleich sehen wir einige Fäden sich in der Peripherie lagern und einen Kreis bilden; bald darauf ist die Membran des Kernes schon so weit gebildet, dass ihr optischer Durchschnitt bei gewissen Einstellungen als ein ganz continuirlicher Ring erscheint, während andere Einstellungen die Membran als noch nicht ganz formirt erscheinen lassen. Nach innen von dieser in ihrem Aufbau begriffenen Begrenzung liegen in einer homogenen Masse noch zahlreiche Körner und Fädchen. Der günstige Fall, welchem Fig. 2 entnommen ist, erlaubte das Geschick des Kernes noch weiter zu verfolgen. Auf das Deutlichste sahen wir nämlich die kontraktilen Bewegungen noch weiter ihr Spiel treiben. Höchst interessant war es die intranucleären Fädchen oder Stäbchen und Körner in ihren amoeboiden Erscheinungen zu belauschen: sie krümmten sich, bildeten Halbbögen oder Kreise, zerfielen in Körner, und so weiter. Das Resultat war ein ziemlich vollkommenes Schwinden der glänzenden Bestandtheile, so dass schliesslich nur noch einige Fädchen und Körner sichtbar waren. Inzwischen war nun auch ein Nucleus entstanden, dessen Zustandekommen wir nicht genauer beobachteten. Bis dorthin war seit der Theilung eine gute Stunde Zeit verflossen. Der gleiche Fall lehrte dass nicht alle Bestandtheile der karyokinetischen Hälfte nothwendig zur Bildung des neuen Kerns benutzt werden. (Fig. 2, t'.)

Verschiedenheiten finden sich nun auch in dem eben geschilderten Vorgang; wie sollte man sich sonst das verschiedene Aussehn der Knorpelkerne erklären? So sehen wir es in Figur 1 nicht zu einer solchen Homogeneität kommen, wie in dem eben geschilderten Fall; wir treffen hier am Ende des Vorgangs granulirte Kerne; aber diese Kerne sind nicht mehr granulirt, als die ihrer Umgebung. In Figur 11 (Taf. XIV), die einen normalen Zustand darstellt, finden wir zuletzt (q) im Kern feine Fädchen; dass solche in günstigeren Bedingungen auch verschwunden wären, wenigstens dass zuletzt nur Körner übergeblieben sein würden, ist mehr denn wahrscheinlich. — Ebenso hätten sich bei den Knorpelkernen der Tritonen die Umwandlungen bei der Bildung des neuen Kerns auf die Constitution eines mit einem dichten Gerüste versehenen Kerns beschränkt.

Die Bildung des neuen Kerns scheint uns von allen Autoren (Eberth vielleicht ausgenommen) missverstanden zu sein. Mayzel beobachtete zwar die Kerne während der Theilung und Trennung, aber die Bedingungen waren leider nicht günstig genug, um dem Verfasser eine nähere Einsicht in diese Vorgänge zu gewähren. Die Kernhälften bestanden in Mayzel's Beobachtung aus konisch angeordneten Stäbchen, was mit unserer obigen Bemerkung wohl stimmt, dass sich die Kernhälften bei der Trennung zuweilen mehr zuspitzen, so dass sie eher einer Halbspindel als einer Tonnenhälfte gleichen. Mayzel sah weiter, dass die Stäbchen sich verkürzten, indem sie an den centralen Enden dünner wurden, und an den peripheren an Umfang abnahmen, um hier schliesslich in einen höckerigen Klumpen zu verschmelzen. Die weiteren Vorgänge blieben indessen unsichtbar; denn wie wir gesehn haben, handelt es sich jetzt um mehr, als um Formveränderungen des ganzen höckerigen Klumpens, bis dieser gleichmässig und rund wird. — Eberth dagegen hat richtig vermuthet, dass nach der Theilung und Verschmelzung eine abermalige Sonderung in (hellen Saft und) Fäden stattfindet, die, indem sie körnig zerfallen oder sich in ein Netz feiner Bälkchen umwandeln, das Stroma der neuen Kerne bilden. — Peremeschko's vorläufige Mittheilung ist in diesem Punkt nicht ganz klar, denn seine Angabe lautet, als habe er vor der Polarverschmelzung „noch im Verlauf einiger Zeit" Formveränderungen der getrennten Kernhälften beobachtet. — Endlich Flemming's Aussprüche scheinen uns wiederum doch gar zu absolut. So ist es wenigstens für den Knorpel nicht richtig, dass ein Abplatten der getrennten Kernhälften ein constantes Vorkommen bildet; auch bieten nur in gewissen Lagen Kernhälften mit ausgespreizten Fasern die Gestalt eines flachen Sterns. Demnach glauben wir Flemming nicht dazu berechtigt aus dieser nicht constanten Erscheinung eine besondere Phase zu machen. Andererseits befinden wir uns leider nochmals in Widerspruch mit Flemming, wenn er sagt, es bilde sich bei der Verschmelzung keine ganz homogene Masse, „sondern die Substanz differenzire sich sofort in der Art, dass sie sich wieder zum regelmässigen Gerüst ordnet, das anfangs eng und grobbalkig ist, dann dünnbalkiger wird." Denn da, wie unsere Abbildungen lehren, der Zustand der Verschmelzung doch ziemlich lange andauert, wüssten wir nicht wesshalb es nicht, zu einer gänzlichen Zusammenschmelzung kommen könnte, wie sie sich nicht selten

dem Auge durch die vollständige Homogeneität darthut. Endlich, dass wir in Figur 2 die Beobachtung weiter als bis zur Constitution eines dünnbalkigen Gerüstes geführt haben, wird sich der Leser erinnern; dass Flemming's Beobachtungen nicht weiter gingen, rührt daher, dass der Kern, welchen er studirte, an und für sich, im normalen Zustande, dünnbalkig ist.

8. Bildung der Scheidewand.

Es ist eine Eigenthümlichkeit des Knorpels, dass die Theilung seiner Zellen nicht durch Einschnürung geschieht, sondern dass zuvor eine Scheidewand sich bildet, die sich später in zwei Blätter spaltet. Durchmustert man ein nach unserer Methode verfertigtes Präparat von Kopfknorpel einer Batrachierlarve, so kommt es wohl vor, dass man glaubt hie und da Zellen mit zwei Kernen zu erblicken; genaues Hinsehen und starke Vergrösserungen zeigen jedoch das Vorhandensein von einer oft ganz feinen, aber doppelt contourirten hellen Linie, welche die Zellwände oben und unten senkrecht trifft. In dickeren Scheidewänden hat man andererseits Gelegenheit feine Spaltungslinien zu treffen, welche in weiteren Zuständen einen gut sichtbaren Zwischenraum zwischen den getrennten Hälften darstellen. Endlich beobachtet man öfters Bilder, die bei eben getheilter Scheidewand eine geringe Divergenz oben und unten zwischen den sonst noch aneinanderliegenden Blättern zu erkennen geben.

Interessant musste es sein, die eben geschilderten Bilder, welche man im Naturzustand, ohne Reagentien, leicht sehn kann, auch in ihrem Entstehn, in dem Werden der Dinge näher zu beobachten, was unter Anderen der glückliche Fall, welchem unsere Figur 1 entnommen ist, vortrefflich erlaubte.

Die erste Anlage zur Bildung der zukünftigen Scheidewand sehen wir durch eine längliche Reihe von feinen, seitlich aneinander gelegenen Fädchen dargestellt. Ausnahmsweise erscheint sie zuweilen sehr spät, wenn die beiden Kerne schon am Ende ihrer Bildung stehn; meist tritt sie jedoch kurz nach der Theilung auf, in einer Ebene, die in der Mitte zwischen den sich bildenden neuen Kernen liegt. Dass die Elemente zur Scheidewandbildung, dem Protoplasma entlehnt werden, lassen uns Beobachtungen voraussetzen, in welchen wir amoeboiden im Protoplasma gelegenen

Fädchen eine Richtung zur Mittelebene des Zellkörpers zuerkennen mussten. Auch sahen wir solche Fädchen sich deutlich den schon entstandenen anschmiegen. Es entstand auf diese Weise eine doppelt contourirte Membran, in welcher eine einfache Linie erschien, welche sie in zwei gleich dicke parallele Blätter theilte. Die Trennung dieser Blätter beginnt mit einem Auseinanderweichen an ihren beiden Enden; und an diesen divergirenden Enden sieht man nun die beiden Blätter sich mit einer inzwischen formirten Tochterkapsel in Verbindung setzen. Mutter- und Tochterkapsel erscheinen aber nicht lange als isolirt, sie verschmelzen untereinander und erzeugen Zwischensubstanz.

Die Bildung einer Scheidewand zur Theilung des Zellkörpers bilde, sagten wir, eine Eigenthümlichkeit des Knorpels. Dennoch hat Mayzel eine Scheidewandbildung auch noch in anderen Objekten (Hornhautepithel der Kaninchen und der Vögel, Epidermis und Conecroid vom Menschen, Endothel der Froschhornhaut) nachgewiesen. An allen diesen Gegenständen (das Letzte ausgenommen) beobachtete der Verfasser, dass die Scheidewand sich von den Kernfasern unabhängig bildete. Wir haben Ursache genug, um das Gleiche auch für den Fall der Knorpelzelltheilung zu behaupten.

Auf die speziellen Arbeiten von Strasburger und Bütschli müssen wir in einem andern Kapitel zurückkommen.

III.

Theoretische Betrachtungen.

Indem wir uns auf unsere eigenen Ergebnisse stützen, wagen wir es hier die beschriebenen Erscheinungen durch naheliegende Erklärungen zu einem theoretischen Ganzen zu verbinden, welches, hoffen wir, eine nähere Einsicht, ein besseres Verständniss für die Vorgänge der Knorpelzelltheilung gestatten möge. Die Angaben Mayzel's und Eberth's, welche sich beinahe ausschliesslich auf todte Zellen beschränken, die vorläufigen Mittheilungen von Peremeschko und Flemming, welche nur das für andere Gewebe lehren, was die unserige schon für den Knorpel beschrieben hatte, liefern noch nicht das Material, um eine allgemeine Theorie der Theilung aufzubauen. Andererseits glauben wir an das Vor-

kommen von spezifischen Unterschieden je nach den Geweben und erinnern hier an eine Vergrösserung der Kerne vor der Theilung der Epithelialzellen, eine Eigenthümlichkeit, die dem Knorpel fehlt; schon dieser Umstand erlaubt es nicht allgemeine Sätze für die Lehre der Theilung von Gewebezellen aufzustellen. Wir bieten demnach nur theoretische Considerationen, die sich auf den Knorpel beziehen; es wird die Aufgabe späterer Autoren sein, nach Vergleich ihrer Resultate unsere Theorie der Knorpelzelltheilung entweder ganz zu verwerfen oder zu corrigiren.

Jede physiologische Bewegungserscheinung ist mit chemischen Vorgängen verbunden; hinsichtlich des Verhältnisses zwischen beiden muss aber ein Unterschied gemacht werden. Entweder (wie bei jeder freiwilligen Muskelkontraktion) erscheint die Anregung zur Bewegung als die automatische Kraft, und von dieser Kraft gehen die zur Entstehung der Bewegung nothwendigen chemischen Vorgänge aus; oder die chemischen Kräfte sind automatisch und Bewegungen können durch sie entstehen. Zum letzteren Fall müssen auch die amöboiden Erscheinungen des Zellenlebens gerechnet werden. Die ruhende Zelle befindet sich in Bezug auf ihre chemischen Kräfte in einem dynamischen Gleichgewicht: die Saftbahnen bringen ihr das nothwendige Material, das zu ihrer Erhaltung, zu ihrem Leben erforderlich ist, nicht mehr und nicht minder. Dieses dynamische Gleichgewicht wird in der in Arbeit begriffenen Zelle gestört, denn, wie jedem arbeitenden Organe, wird der arbeitenden Zelle mehr Material zugeleitet. Es ist aber die Zelle selbst, die diesen Zufluss hervorruft; sie selbst oder, was das gleiche heisst, der Zellchemismus ist hier die automatische Kraft, und jede Bewegung, wäre sie noch so zweckmässig, ist nur eine Aeusserung dieser Kraft. Selbstverständlich jedoch, wie übrigens aus den Vorgängen der Zelltheilung hervorleuchtet, gehen nur zum Theil die neuen Spannungskräfte in Bewegung über, während der je nach Umständen verschieden grosse Rest von den nun entstehenden lebendigen Kräften sich in Form von Stoffwechsel manifestirt.

Betrachten wir jetzt im raschen Ueberblicke die interessanten Erscheinungen, welche, dank den zugekommenen Hülfskräften, die nach Vermehrung strebende Zelle des Knorpelgewebes bietet.

Es wurde schon oben bemerkt, dass die sich zur Theilung anschickenden Zellen, sowie ihre Kerne, nicht grösser sind, als die ihrer Umgebung. Wir schliessen daraus, dass, wenn jetzt noch

nicht ein Wachsthum stattfindet, für eine Vergrösserung, wenigstens der Kernmasse, während des Vermehrungsprocesses selbst gesorgt werden muss, denn die beiden neugebildeten Kerne erscheinen von Anfang an nicht kleiner, als die ihrer Nachbarschaft. In solchen Kernen also, die sich in Nichts von anderen unterscheiden, tritt bei der Zelltheilung ein Vorgang auf, den man im ersten Augenblick geneigt ist als eine einfache Sonderung physikalischer Art in dichtere und flüssige Bestandtheilen aufzufassen. Da nun aber die auftretenden Körner und Stäbchen von Anfang ihrer Existenz an sich gleich als beweglich zu erkennen geben, und die amöboiden Erscheinungen von den späteren nicht verschieden sind, so liegt bei noch näherer Ueberlegung die Frage sehr nahe, ob man es wohl hier nicht mit mehr als mit einer einfachen Verdichtung und Wasserausscheidung zu thun habe. Denn eben dieser Umstand lässt der Annahme keinen Raum, dass die beobachtungsfähige Kontraktilität eine Aeusserung von neuen chemischen Kräften sei, welche erst einige Zeit nach dem durch physikalische Kräfte möglich gewordenen Zustandekommen der Kernfäden sich diese letzteren zum Sitz erwählt hätten. Auch kann ein gleichzeitiges Auftreten einerseits des physikalischen Verdichtungsprocesses, und andererseits der neuen chemischen Spannungskräfte nicht angenommen werden, da es wahrscheinlich ist, dass die Wirkungen letzterer die des ersteren nicht zugelassen hätten. Wenigstens würden in diesen physico-chemischen Vorgängen die chemischen die Hauptrolle spielen. Wir können demnach in dem sich zur Theilung anschickenden Kerne keine einfache Sonderung annehmen, ebenso wenig wie wir an eine einfache Mischung glauben, wenn am Ende des ganzen Kerntheilungsprocesses Bewegungen das Schwinden von glänzenden Bestandtheilen begleiten; wir glauben vielmehr an die Bildung von chemisch neuen Bestandtheilen, die ihre Entstehung der allgemeinen Steigerung des Stoffwechsels in der Zelle verdanken. Dass nun, bei dem Chemismus, welcher die Umwandlung des alten Kerninhalts in einen neuen Stoff begleitet, einige Elemente beseitigt werden, und dass der chemische Vorgang mit einer Wasserausscheidung erfolgen kann, die je nach dem zuvorigen Wassergehalt des Kernstoffs (des alten Kerns) verschieden ist, dies ist sehr wahrscheinlich. Doch konnten wir im Knorpel nichts davon merken, im Gegentheil erkannten wir meist zwischen den Kernbestandtheilen das gewöhnliche Zellprotoplasma. Es verlieren

übrigens nach unserer Erklärung diese ausgeschiedenen Stoffe die Bedeutung, welche wir ihr bei einer physikalischen Sonderung hätten lassen müssen, und in grosser Menge können sie auch nicht auftreten, weil wir die Stäbchenbildung oft zu einem sehr kompakten Gerüst führen sahen. Das nächste Geschick dieser Stoffe ist ganz gewiss eine Vermischung mit dem Zellkörper, welche durch die karyokinetischen Bewegungen (insbesondere die Locomotionen) und durch den zähflüssigen Zustand des Protoplasma begünstigt wird.

Wie steht es nun aber mit der Kernmembran? Wir haben gesehen, dass sie in das eben entstandene Gerüst eingezogen wird, und von den Bestandtheilen dieses sich nicht unterscheidet. Ihre Durchbrechungen und Einfaltungen, ihre Mischung und sichtbare Verschmelzung mit den übrigen karyokinetischen Elementen sind ebenfalls Kontraktilitätserscheinungen. Es folgt, dass Kernstoff (d. h. die innere Kernsubstanz) und Kernmembran chemisch different sind, dieweil der Kernstoff erst eine chemische Umwandlung erfahren muss, ehe es zu einer Verschmelzung Beider kommen kann; andererseits lernen wir aus den Bildern des Theilungsprocesses, in welchen die Membran des Kerns sich wieder aufbaut, dass die Kernmembran sich direkt aus den Bestandtheilen des alten umgeänderten Kerns her constituirt, während bei der Bildung der neuen innern Kernsubstanz andere Momente in Consideration treten müssen.

So ist denn nun die Karyokinesis entstanden, welche unser Leser aus dem vorigen Kapitel zur Genüge kennt. Der Kern, nachdem er eine chemische Umwandlung seines Innern erfahren hat, zeigt sich aus einer verschieden grossen Anzahl von getrennten glänzenden Bestandtheilen zusammengesetzt; was die Fäden und Stäbchen auseinander hält, was sie vor einer Verschmelzung verhütet, es sind, wie einem Jeden einleuchtet, ihre amöboiden Bewegungen. Wir haben gesehen, dass die Bilder, welche durch letztere entstehen, ganz unregelmässig und zufällig sich darthun. Doch müssen wir zur Erklärung der locomotorischen Erscheinungen zugeben, dass, wenn zwar im Ganzen die Bewegungen unregelmässig sind, so dass die entstehenden Bilder ganz zufällig erscheinen, die Fäden ausser ihrer allgemeinen Richtung eine secundäre Richtung besitzen müssen, welche der ganzen Masse ein sehr langsames Umdrehen und dadurch ein Fortschreiten gewähren. So können wir z. B. voraussetzen, dass die schlängelnden Bewegungen einer gewissen Anzahl von Fäden der karyokinetischen Masse sich in

einer gleichen Richtung vollziehen. Die angegebenen Rotationserscheinungen müssen sich auf die gleiche Weise erklären lassen; nur geschahen diese beobachteten Umdrehungen sehr rasch, was sich hier durch die parallele Lagerung der Stäbchen erklären liess. Doch obgleich die Fälle, welche uns vorliegen, für eine gewisse Zweckmässigkeit dieser sprechen, wie aus unserer früheren Beschreibung hervorgeht, so möchten wir bezweifeln, ob diese Voraussetzung sich nicht durch eine grössere Zahl von Beobachtungen als unrichtig erwiese.

Es fragt sich nun, was ist der Zweck der Karyokinesis, wesshalb geschah auf Kosten einer grösseren Materialzufuhr eine chemische Umwandlung des Kerninnern, und wozu dienen die so entstandenen und während zwei Stunden noch fortdauernden amöboiden Bewegungen? — Dass die karyokinetischen Bestandtheile selbst keine chemische Stoffumwandlung mehr erfahren, leuchtet daraus hervor, dass zu allen Zeiten der Karyokinesis sie sich auf gleiche Weise den Reagentien und Färbeflüssigkeiten gegenüber verhalten; zu keiner Zeit wurde auch eine Aenderung im Lichtbrechungsvermögen beobachtet, was die Voraussetzung einer Wasserab- oder Zunahme zurückweist. Es findet sich also in der Karyokinesis kein aussergewöhnlicher Stoffwechsel, welcher einer Production von neuen chemischen Stoffen zu Grunde läge; aber alle Spannungskräfte, welche den karyokinetischen Elementen zugeführt werden, gehen hier in amoeboide Erscheinungen über. Und wozu denn diese karyokinetischen Bewegungen? —

Es ist a priori gewiss, dass, weil nach der Karyokinesis die Theilung eintritt, jetzt während der langen Dauer dieses Zustands ein Wachsthum, eine beträchtliche Massenzunahme stattfinden muss. Denn zuvor hat dieses Wachsthum nicht stattgefunden, und nach der Theilung wäre dazu zu wenig Zeit vorhanden. Dieses Wachsthumsmaterial wird von den bekannten protoplasmatischen Gebilden dargestellt. Körner, grobe oder feine, Fädchen oder Stäbchen und Fasern sind alle Gebilde von der gleichen Natur, sie verhalten sich in gleicher Weise den Reagentien und Tinktionsmitteln gegenüber. Dieses Verhalten ist aber für die einzelnen Gebilde ein verschiedenes, woraus wir schliessen, dass sie noch nach ihrem Entstehen chemischen Aenderungen unterliegen. Es wurde schon bemerkt, dass im frischen Zustand einzelne Körner und Fädchen Färbungen zeigen, ebenso gut wie die eigentlichen karyokinetischen

Elemente sich färben; auch besitsen wir ein Präparat, in welchem erst nach einigen Tagen intensive Färbung der Körner vorhanden war. Auf letzteren Fall dürfen wir selbstverständlich nur wenig Gewicht legen; der erste Fall scheint uns jedoch als ein kräftiger Beweis dafür gelten zu können, dass nach ihrer Entstehung diese Elemente noch Aenderungen erfahren, welche sie in nähere Verwandtschaft mit den karyokinetischen Bestandtheilen zu bringen geeignet sind. Eine andere Eigenthümlichkeit unserer protoplasmatischen Gebilde ist aber noch diese: während einzelne von ihnen von dem karyokinetischen Kern scheinbar angezogen werden, in dessen Masse übergehen, und, wie genau beobachtet wurde, eine Verschmelzung zwischen protoplasmatischen und karyokinetischen Elementen stattfinden kann; so zeigen für andere die letzteren keine Affinität, und wir beobachten Berührungen ohne Aufnahme oder Verschmelzung; letztere protoplasmatische Gebilde sind übrigens die häufigsten. Aus diesen Gründen, sowie nach unserer allgemeinen Beschreibung, wird man es gerechtfertigt finden, wenn wir das Wachsthum des Kerns, wodurch eine Theilung möglich gemacht wird, auf Kosten der protoplasmatischen Gebilde geschehen lassen. Sehr wichtig in diesem Wachsthumsprozess ist es, dass die Assimilation nicht mittelst Intussusception von unsichtbaren Molekeln geschieht, sondern dass eine Juxtaposition und Verschmelzung von feinen Körnern zu und mit feinen Körnern auftritt, eine Erscheinung welche dem Auge des Forschers nicht entgehen kann. Die Karyokinesis mit ihren locomotorischen Erscheinungen ist dazu geeignet, diese Assimilation zu begünstigen, auch liegt der Gedanke nicht fern, dass das Vorhandensein der karyokinetischen Bestandtheile auf die chemischen Umwandlungen der Protoplasma-Gebilde einen Einfluss ausübe.

Es wäre dieses schon ein Zweck der amöboiden Bewegungen, doch fügen wir noch einen zweiten hinzu.

Der Umstand nämlich, dass die Entzweiung so plötzlich geschieht, ohne dass die letzten karyokinetischen Bilder mehr Regelmässigkeit zeigen, als die ersten, lässt uns voraussetzen, dass während der langen Dauer der amöboiden Erscheinungen physikalische Kräfte entstehen, deren Summe sich im Augenblick der Theilung und der weiteren Trennung durch die Repulsion der zwei karyokinetischen Hälften zu erkennen gibt. Die Voraussetzung, dass die Theilung zweien Attraktionscentren gehorche, welche in

der Mitte jeder zukünftigen Tochterzelle sich gebildet hätten, wird dadurch zurückgewiesen, dass die Lage solcher Attraktionscentren, (welche man in dieser Hypothese doch von Kräften hervorgegangen denkt, die vom umringenden Protoplasma ausströmen) durch die Vertheilung des Protoplasma, also durch die Gestalt der Zelle bedingt wird, und davon abhängig ist. Es folgt, dass in einer länglichen Zelle die Attraktionscentren nach den Polen hin liegen würden, und die Theilung müsste demnach in der Richtung des längsten Durchmessers geschehen; das geschieht aber eben unserer Erfahrung nach nicht immer.

Wir dürfen die Frage der Karyokinesis nicht verlassen, ohne noch ein Wort über die protoplasmatischen Gebilde hinzuzufügen. Ihr helles Aussehen, von dem matten Schein des Protoplasma ganz verschieden, und ihre eigenthümlichen Gestaltungen machen die Frage nach ihrer Entstehung interessant. Unsere allgemeine Beschreibung hat vielleicht den Anschein, als huldigten wir der seltsamen Annahme, als entständen diese Fäden durch eine Abschälung von der Kapsel oder der Zwischensubstanz. Aber diese Annahme, welche bei oberflächlicher Betrachtung durch gewisse sehr trügerische Momente hätte entstehen können, zeigt sich bei einer näheren Ueberlegung als ganz irrthümlich. Erstens findet sich im Knorpel der Froschlarven beinahe keine Zwischensubstanz, und zweitens erlaubt die Art der Entstehung letzterer eine solche Annahme nicht. Die Bildung der protoplasmatischen Fäden und Körner ist ein chemischer Process im Innern des Zellkörpers; dass ihr Entstehen an der Peripherie sich energischer zeigt, rührt daher, dass die Peripherie in direkter Berührung mit frischem Lebensmaterial (den Blutsäften) steht; und vielleicht wirkt auch hier das Vorhandensein der Kapsel, deren chemische Composition von der, welche die eben aufgetretenen protoplasmatischen Gebilde zeigen, wohl nicht verschieden sein kann; wir werden hierauf später zurückkommen müssen. Was die oft merkwürdige Gestaltung der Fäden angeht, so können sie sich alle, bis auf eine, durch amöboide Bewegungen erklären. Wir meinen unter dieser Ausnahme diejenige Form, welche sich durch eine Tendenz zur regelmässigen Krümmung auszeichnet; diese Krümmung lässt sich allein, so scheint es uns, dadurch erklären, dass das Protoplasma aus concentrischen Molekülenflächen bestehe. — Doch vergessen wir nicht, dass wir in allen diesen letzten Erklärungen das Terrain der Hypothesen

betreten. Gewiss ist aber, dass auch im Protoplasma durch den gesteigerten Stoffwechsel eine „Sonderung“ eintritt, insofern nämlich, dass neue chemische Produkte entstehen. Diese zeigen jedoch die Eigenthümlichkeit, dass sie nach ihrem Hervortreten, nach ihrem Sichtbarwerden noch Umwandlungen erfahren, welche ihre Assimilation von Seite der karyokinetischen Kernbestandtheilen ermöglichen.

So entstehen nach und nach die Bedingungen der Theilungsfähigkeit (im engeren Sinn). Der alte Mutterkern hat eine Umwandlung erfahren, welche ihm erlaubt hat, sich auf Kosten des Protoplasma zu vergrössern; dieses Wachsthum ist nun vollendet. Inzwischen haben sich nun auch die uns unbekannten physikalischen Kräfte gebildet, die wir schon als „Repulsion der zwei karyokinetischen Hälften“ oben bezeichneten, ein Ausdruck, welcher jedoch selbstverständlich einen ganz abstrakten Begriff darstellen soll.

Von unserem jetzigen Standpunkt aus ist die Sistirung der Locomotionen unmittelbar vor der Theilung von einiger Wichtigkeit. Es concentriren sich jetzt alle Kräfte zur Vorbereitung der nächsten Erscheinung. Zugleich aber ist diese Sistirung nöthig, damit der umgewandelte und gewachsene Mutterkern gewisse Stoffe um sich her sammle, die, wie später erläutert werden soll, zur Reconstitution von Kernen erforderlich sind. Eine solche Ansammlung durfte zuvor nicht geschehen, denn der alte Kern musste erst wachsen; sie konnte nicht geschehen, falls diese Stoffe schon in der Zelle vorhanden waren, weil die locomotorischen Bewegungen die Ansammlung erschwert hätten, ebenso wenig wie diese die mögliche Bildung einer Zone aus Wasser und anderen ausgeschiedenen Stoffen bei der „Sonderung“ des Mutterkerns zugelassen hätten. Ohne näher in das Thema eingehen zu wollen, glauben wir, dass alle unseren jetzigen Kenntnisse die Radiensysteme wenigstens als Zeugnisse einer stattfindenden Ernährung gelten zu lassen gestatten. Während der eigentlichen Karyokinesis unserer Knorpelzellen, wo eine Ernährung in unserem jetzigen Sinne nicht geschieht, werden keine Radiensysteme auftreten; wohl wird eine Sonnenfigur am Ende dieses Zustandes auftreten können, weil zu dieser Zeit die Ansammlung von den Stoffen, welche zur Constitution von Kernen nöthig sind, schon beginnen kann. Dass die Sonnenfigur, welche wir einmal beobachtet haben (Fig. 5 Taf. XIII), einer Zelle entnommen ist, bei der die karyokinetische

Masse keine Locomotionen zeigte, entspricht dieser Erklärung. Es tritt nun die Trennung ein, welche in desto grösserer Entfernung geschieht, je grösser die „Repulsionskraft“ ist. Sehr wichtig ist das gleich darauf folgende Verschmelzen der Bestandtheile des Kernes. Jetzt hat die Karyokinesis ihre Rolle ausgespielt, amöboide Bewegungen sind nicht mehr vorhanden und desshalb tritt eine allgemeine Verschmelzung ein. Dass letztere eben an den Polen beginnt, dürfte keine besondere Bedeutung haben: denn es erklärt sich durch die Gestaltung der Kernhälften. Während dieser Verschmelzung, welche einige Zeit andauert, geschieht eine weitere Ansammlung von den Stoffen, die wir sogleich eine sehr wichtige Rolle werden spielen sehen. Hiervon liegen thatsächliche Beweise vor. Mayzel fand in Epithelialzellen bei den in Verschmelzung begriffenen Kernhälften eine diese umringende durch Carmin stärker sich färbende homogene Zone, welche der Verfasser als „Kernsaft“ deutet. Was unsere Knorpelzellen selbst angeht, so ist für sie das Vorhandensein von Amphiastern constatirt worden, und auch wenn diese fehlten, schien uns die Umgebung der Kernhälften etwas lichter zu sein als das umgebende Protoplasma. Da aus der Art der primordialen Kernsonderung hervorgeht, dass, falls möglicher Weise eine Ausscheidung stattfinde, die Produkte dieser gewiss zu unbedeutend sind, um später irgend eine Rolle zu spielen, so müssen wir glauben, dass die Stoffe, welche jetzt, und wahrscheinlich schon zuvor, an gewissen Punkten, namentlich in der Umgebung der Kernhälften, angesammelt werden, während der Karyokinesis hervorgetreten sind. Die Ansammlung selbst dieser Stoffe geschieht wohl unter Einfluss einer Anziehung von Seite des Kerns, wie uns aus den späteren Erscheinungen hervorzuleuchten scheint. Ehe wir jedoch näher die Frage des „Kernsafts“ anderer Autoren besprechen, wollen wir noch hier auf das Vorhandensein von Kernfäden (im Sinne Strasburger's) aufmerksam machen. Bekanntlich entsteht bei der Trennung ein heller Raum zwischen den Kernhälften eingeschlossen, welcher ohne Essigsäure sichtbar ist, und früh oder spät verschwindet. Nach der Weise, wie die Trennung stattfindet, können wir nur annehmen, dass die Körner, welche die Kernfäden bilden, dem Kern zuvor zugehörten; andererseits können wir den hellen Saft, welcher die Kernfäden trennt, nicht auf das Protoplasma zurückführen und halten wir ihn deshalb für den sogenannten „Kernsaft“, das heisst, für die

Stoffe, deren Ansammlung schon vor der Theilung beginnt. Wir finden in diesen Zwischenfäden einen Beweis für die bisher nur wahrscheinliche frühe Ansammlung des „Kernsaftes“. Auch müssen wir die hohle Tonne, welche die Karyokinesis als letztes Bild darstellt, aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt denken; sie besteht nicht allein aus einer Einfassung, von den sichtbaren Fädchen und Stäbchen zusammengesetzt, sondern auch aus einem Inhalt, welcher nicht protoplasmatischer Natur sein kann. Denn das geht nun einmal aus der Zusammensetzung des hellen Zwischenraumes hervor. Wir denken uns demnach die Theilung so, dass die soliden Einfassungen sich ohne Weiteres von einander trennen, dass aber der Tonneninhalt als eine zähflüssige Masse einer direkten Trennung nicht fähig sei, dass er sich jedoch streckt und durch diese Streckung die in ihm vorhandenen feinen Körner sich in Form von Fäden aneinander lagern. Jedoch gehören diese Körner der zähflüssigen Masse nicht an; es sind einfach karyokinetische Körner, die zur Einfassung der Tonne nicht benutzt wurden. — In Bezug auf unsere Angaben über radienartige Fädenanordnungen in den Knorpelzellen können wir hier nichts Neues bringen; wie schon gesagt, sind die Sonnenfiguren und Amphiastern für uns als Zeichen einer besonderen Ernährung aufzufassen. Das Wichtigste in diesen Angaben ist, dass die dünn- und dickfadigen Sonnenfiguren (Fig. 5 und Fig. 7) die gleiche Bedeutung haben müssen, weil ein ähnlicher Unterschied der Dicke zwischen der Sonnenfigur unserer Abbildung 5 und den Halbsonnen (Fig. 8 und Fig. 9) sich zu erkennen giebt. Es wird hieraus die Annahme wahrscheinlich, dass es sich in der Bildung solcher Figuren um mehr als „Saftbahnen“ handelt.

Wir kehren nun zur Frage nach den so sehr wichtigen Stoffen zurück, ohne deren Vorhandensein die karyokinetischen Hälften sich nicht zu Kernen constituiren könnten. Man wundere sich nicht, dass wir die nächstfolgenden Erscheinungen auf Kosten dieser unbekannten Stoffe erklären, da kein Grund zu einer anderen Erklärung vorhanden ist. Diese Erscheinungen sind bekannt; nachdem durch Aufhebung der Karyokinesis eine Verschmelzung der homogenen Bestandtheile stattgefunden hat, sehen wir jetzt unter Einfluss des sogenannten „Kernsafts“ nicht eine abermalige Differenzirung des homogenen Klumpens in diese und jene Bestandtheile auftreten, sondern, dank der Entstehung von neuen

Bewegungen sehen wir die Masse sich einfach zerstückeln, und sich insofern jetzt nicht minder karyokinetisch erweisen, als sie es vor dem Ende der Karyokinesis gewesen ist.

Dass wir es von nun an mit mehr als mit einer einfachen Mischung[1]) zu thun haben, liegt auf der Hand; und die Bewegungen finden noch so lange statt, als der Kern nicht constituirt ist. Wichtig, und grosses Licht auf die Natur der Kernmembran werfend, ist der Umstand, dass ohne jegliche wenigstens sichtbare Aenderung, die Stoffe der verschmolzenen karyokinetischen Hälften direkt, ohne den Einfluss des „Kernsafts zu spüren, zur Herstellung der Kernbegrenzung benutzt werden. Der Aufbau der Kernmembran aus Stäbchen und Körnern ist auch wohl die Ursache, dass ihr optischer Durchschnitt punktirt erscheint.

Zum Schluss geben wir noch einige Bemerkungen über die Scheidewandbildung. Aus unserer Tafel XII geht hervor, dass die Tochterkapsel sich gleichzeitig mit der Scheidewand bildet; sie zeigt auch, dass Beide gegenseitig in einander übergehn, und dass Beider Bildung nur ein und derselbe Vorgang ist. Aus den Fäden, welche der in Bildung begriffenen Scheidewand anliegen, geht hervor, dass dieser Vorgang auf Kosten von protoplasmatischen Sonderungsprodukten stattfindet; letztere sind höchstwahrscheinlich von unseren protoplasmatischen Gebilden nicht verschieden, wenn letztere eben entstanden sind. Ein Unterschied würde sich demnach nur später constituiren, je nachdem die im Protoplasma vorkommenden dichteren Bestandtheile zur Ernährung des karyokinetischen Kerns, oder zur Bildung der Tochterkapsel und Scheidewand benutzt werden sollen. In eine physikalische Erklärung glauben wir uns nicht einlassen zu dürfen; wir begnügen uns mit der Bemerkung, dass, wenn eine Zelltheilung durch Einschnürung sich durch eine gewisse Oberflächenspannung, welche vom Kern, als Attraktionscentrum, ausginge, erklären lässt, man im Gegen-

1) Wie wir bei der Sonderung des Mutterkerns die physico-chemischen Vorgänge in zwei ungleiche Hälften hätten theilen können, wovon die eine zur Bildung der „dichten" Bestandtheile, die andere zur Bewegung dieser benutzt wird, so könnten wir die jetzigen Kräfte auch eintheilen in solche, welche die chemischen Verbindungen in der Kernbildung zu Stande bringen und ausführen, und in andere, welche die Fäden in Bewegung setzen, damit diese Bewegungen die ersteren Vorgänge erleichtern. In Wahrheit sind aber diese Kräfte nicht separirt.

theil hier eine Repulsion von Seite des Kerns anzunehmen geneigt ist. Endlich, was die Zwischensubstanz des hyalinen Knorpels angeht, so ist jetzt kein Zweifel über ihre Entstehung möglich. Dass die frischen Tochterkapseln chemischer Umwandlungen fähig sind, und dass solche auch stattfinden, ist selbstverständlich[1]).

Wir glauben unsere Mittheilungen über die Frage der Knorpelzelltheilung nicht schliessen zu dürfen, ohne auf gewisse Angaben der früheren Literatur zurückzukommen. Es ist nicht unsere Absicht die hier vorgebrachten neuen Thatsachen mit den Anschauungen der Autoren, die vor uns den Gegenstand behandelt haben in Vergleich zu setzen, es gäbe dies nur eine unnütze Verlängerung unserer Arbeit. Doch halten wir es für Pflicht auf eine specielle Arbeit, diejenige von Bütschli, mit einigen Worten jetzt zurückzukommen. Auch ist die Frage an und für sich interessant genug, welchen Umständen die Theorie der einseitigen Scheidewandbildung und der mit ihr Hand in Hand gehenden Kerndurchreissung ihr Entstehn verdankt. Um das Problem zu lösen, studirten wir die Wirkung einer grossen Anzahl von Reagentien auf die Knorpelzellen, und gelangten nach längeren Untersuchungen zu dem sicheren Resultat, dass einfache Artefakte den Gründer dieser Theorie zu einer so irrthümlichen Auffassung geleitet haben.

Die Schrumpfung der Knorpelzellen unter Einfluss von Wasser und der meisten Reagentien ist einem Jeden bekannt. Was zu-

---

1) Wir bitten um Entschuldigung, wenn dieses Kapitel an Klarheit in der Darstellung vielleicht zu wünschen übrig lässt; jedoch wird es dem Leser leicht werden, das Wichtige in diesen Erklärungen von dem weniger Wichtigen zu unterscheiden.

Da unsere Erklärungen nur zum Zweck haben, die von uns für den Knorpel erhaltenen Resultate verständlicher zu machen, wird man begreifen, wesshalb wir es nicht für nothwendig gehalten haben, bibliographische Angaben hier einzuschalten. Unsere Theorie der Knorpelzelltheilung zeigt mit allen anderen Theorien der Zelltheilung sehr wenig Aehnlichkeit.

In Bezug auf die Bildung der Kernmembran, erlaube man uns auf die Ansicht von van Beneden hinzuweisen. Nach dessen bekannter Auffassung des Kerns, in welcher junge Kerne nur aus „essence nucléaire" bestehen, beim Wachsthum ihnen aber der „suc nucléaire" hinzukömmt, ist die Membran des definitiven Kerns, als nicht modificirten Rest des jungen Kerns, als „essence nucléaire" aufzufassen.

sammenschrumpft, ist zuerst das Protoplasma; die Zellkapsel schmiegt sich diesem nicht an, so dass eine Höhlung zwischen Protoplasma und Zellkapsel entsteht, welche sich erst später durch Formveränderungen der Kapsel verkleinert. Untersucht man näher die Art der Schrumpfung, so gewahrt man, dass sie in sehr verschiedenen Weisen stattfindet; jedoch erkennt man eine merkwürdige allgemeine Tendenz des Protoplasma, sich so nach einer Seite der Kapsel zurückzuziehen, dass, handelt es sich um Schwesterzellen ein dreieckiger Zwischenraum entsteht (Fig. 2).

Ist die Scheidewand, oder ihre getheilten Blätter erhalten, so kommt es dann noch nicht zu einer Verschmelzung, und man erkennt deutlich, dass man ein freilich sehr eigenthümliches Schrumpfungsbild vor sich hat. Im umgekehrten Fall tritt leicht Verschmelzung an den nahe liegenden Enden ein, und man erhält ein Bild wie unsere Figur 1. Endlich zeigt Figur 3 einen Fall, wo nach Schrumpfung des Protoplasma die getheilten Scheidewandblätter eine ähnliche Lage erhalten. Fügen wir hinzu, dass die geschrumpften Protoplasmakörper einen oft scharfen Contour besitzen, so dass dieser mit einer Zellkapsel verwechselt werden kann, so lassen sich die Bilder Bütschli's von einer einseitigen Zelleinschnürung, und von einer doppelten Scheidewandbildung leicht erklären. Was die Kerne angeht, so lernten wir aus Reagensbildern, dass die Kerne in nahe liegenden Zellen eine Tendenz zu gegenseitiger Verschmelzung zu erkennen geben, und eine solche unter Umständen stattfinden kann; daher Bütschli's Kerntheilungsbilder.

Wir begnügen uns mit diesen kurzen Angaben. Bütschli's Irrthümer lehren uns noch einmal, wie nöthig es ist, dass der Histologe sich nur einen beschränkten Gebrauch der Reagentien erlaube.

Verzeichniss der benutzten Literatur.

1. Ranvier, Traité technique d'histologie.
2. Frey, H., Das Mikroskop u. die mikroskopische Technik. 6. Auflage. 1877.
3. Harting, P., Recherches micrométriques sur le développement des tissus et des organes du corps humain. Utrecht 1845.
4. Heitzmann, C., Untersuchungen über das Protoplasma, I—III. Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften zu Wien. Physik.-mathemat. Klasse. 1873. III. Abth.
5. Frommann, C., Zur Lehre von der Structur der Zellen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. IX, 1875.
6. Kupffer, Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe. Schriften des naturw. Vereins für Schleswig-Holstein. Heft III, 1875.
7. van Beneden, Ed., Recherches sur les Dicyémides. Bullet. de l'Académie royale de Belgique. 2. Série. T. 41 No. 6, T. 42 No. 7. 1876.
8. Trinchese, Anatomie der Caliphylla mediterranea. Memorie dell' accademia delle scienze dell' istituto di Bologna. Marzo. 1876.
9. Flemming, W., Schriften des naturwissenschaftl. Vereins in Kiel. Zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilungs-Erscheinungen. August 1878.
10. Hertwig, R., Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. Morpholog. Jahrbuch. Bd. II. 1876.
11. Flemming, W., Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XIII. 1876.
12. Eimer, Th., Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns nebst Bemerkungen über Wimperepithelien. Arch. f. mikr. Anatomie Bd. XIV. 1877.
13. Klein, E., Quarterly Journal. 1878.
14. Mayzel, W., Ueber eigenthümliche Vorgänge bei der Theilung der Kerne in Epithelialzellen. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875. No. 50. — Beiträge zur Lehre von dem Theilungsvorgang des Zellkerns. Gazeta lekarska. 1876. No. 27 (polnisch) u. Protoc. d. Sections-Stzg. d. V. Versammlung russ. Naturforscher u. Aerzte in Warschau 1876 (russisch). Referirt im Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1877. No. 11.

    Weitere Beiträge zur Lehre vom Theilungsvorgange der Zellkerne. Gazeta lekarska 1877. No. 26. Referirt im Centralbl. 1877. No. 44.

    Denkschriften der Warschauer Gesellschaft der Aerzte (polnisch). III. Heft. 1878.
15. Eberth, C., Ueber Kern- und Zelltheilung. Bd. 67. Virchow's Arch. 1876.
16. Strasburger, E., Ueber Befruchtung und Zelltheilung. Jenaische Zeitschrift f. Naturwissensch. Bd. XI.
17. Peremeschko, Ueber die Theilung der Zellen. Vorläufige Mittheilung. Centralbl. f. d. med. Wissensch. No. 30. 1878.
18. Schwalbe, Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissensch. Bd. X.

19. Stricker, S., Beobachtungen über die Entstehung des Kerns. Sitzungsber. der Wiener Akademie III. Abth. Juni-Heft 1877.
20. Schleicher, W., Ueber den Theilungsprocess der Knorpelzellen. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1878, 27. Mai, No. 23.
21. Bütschli, O., Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankf. a. M. 1876.
22. Brandt, A., Ueber die Eifurchung der Ascaris nigrovenosa. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 28. 1877.
23. Auerbach, L., Organologische Studien. Heft II. Breslau 1874.
24. Strasburger, E., Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 2. Auflage. Jena 1876.
25. Selenka, E., Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Leipzig 1878.
26. Heidenhain, Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. 2. Heft.
27. Leidy, J., On the intimate structure and history of the articular cartilages. Extracted from the american Journal of the med. Soc. for April 1849.
28. Claparède, E., Anatomie der Neritina fluviatilis. Müller's Arch. 1857. (S. 159.)
29. Hannover, A., On the first formation and development of cartilage. British and foreign Medico-Chirurgical Review for April 1865.
30. Frey, H., Handbuch der Histologie und Histochemie. Auflage 5.
31. Bütschli, L., Zur Kenntniss des Theilungsprocesses der Knorpelzellen. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie XXIX. 2. S. 209.
32. Klein, E., Observations on the Structure of Cells and Nuclei. Quarterly Journal of Mier. Science. July 1878, S. 315—339, Plate XVI.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XII, XIII und XIV.

Fig. 1. Der Theilungsprocess in einer Zelle aus dem Kopfknorpel einer Kröten-Larve.

a—z Karyokinetische Bilder, in ganz kurzen Zeitzwischenräumen aufgezeichnet.

a′—f′ Theilung und Verschmelzung der beiden Kernhälften; in d′ ist der helle Raum zwischen den letzteren sichtbar.

g′ Zerfall des homogenen Klumpens in Körner und Fäden. Anlage zur Scheidewand.

h′ Einige Minuten später.

i′ Weitere Scheidewandbildung. Durch eine Divergenz oben wird dort die Tochterkapsel sichtbar.

k′ Trennungslinie der Scheidewand. Divergenz oben und unten. An diesen Stellen lässt sich die Tochter- von der Mutterkapsel unterscheiden.

l′ Eine Stunde später als i′. Anwendung von Essigsäure. Paralleles Auseinanderweichen der beiden Scheidewandblätter. Kerne ganz ausgebildet.

Fig. 2. Der Theilungsprocess in einer Zelle aus dem Schultergerüst eines sehr jungen Frosches.

a—d Umänderungen binnen einer Viertelstunde.

d—k Idem.

l Eine Viertelstunde später.

m Weitere Trennung. Fünf Minuten später.

n n′ Idem. Idem. Da die beiden Kernhälften in sehr verschiedenen Ebenen liegen, verfolgen wir nur die rechts gelegene n′.

o′ Zerfall. Fünf Minuten später.

p′ Zehn Minuten später.

q′ Idem.

r′ Es beginnt eine regelmässige Anordnung der peripherischen Fäden.

s′ Zehn Minuten später als q′.

t′ Dreissig Minuten später.

u′ Fünfzehn Minuten später.

Fig. 3. Zelle aus dem Kopfknorpel einer Kröte; Essigs. 2 pCt.

Fig. 4. Idem. Idem. Die körnige Zusammensetzung der Kernfäden war hier nur im ersten Augenblick gleich nach dem Zuthun des Reagens sichtbar und verschwand darnach.

Fig. 5. Zelle aus dem Kopfknorpel einer Kröten-Larve; Essigs. 2 pCt.

Fig. 6. Idem. Ohne Anwendung der Essigsäure. Erschien nach einer Reihe von anderen unregelmässigen karyokinetischen Bildern.

Fig. 7. Aus dem Schultergerüst eines jungen Frosches; ohne Essigsäure.

Fig. 8. Aus dem Kopfknorpel der Kröten-Larve; Essigs. 2 pCt.

Fig. 9. Idem. Idem. Beide Halbsterne sind nicht in der gleichen Fokalebene sichtbar.

Fig. 10[1]). Aus dem Schultergerüst eines jungen Frosches; Essigs. 1,5 pCt.

---

1) Wir vergassen in dem theoretischen Theil der Arbeit über diese Erscheinung unsere Ansicht auszusprechen. Selbstverständlich sind nur zwei Erklärungen möglich; entweder haben wir es mit einer Spindel zu thun, wie Mayzel sie mehrfach in Epithelien aufgefunden hat, und in dem Falle handelt es sich um eine ausnahmsweise Erscheinung. Oder es handelt sich um ein accidentelles Product: das signalisirte Vorkommen einer Halbspindel, die Dicke und Spärlichkeit der Fäden sprechen für letztere Annahme.

Fig. 11. Eine Zelle von der Scapula eines jungen Frosches. Bei erhöhter Temperatur (30—35° C.), Die Figuren a—i sind in regelmässigen Zeitzwischenräumen von fünf Minuten aufgezeichnet worden; die darauf folgenden in Zeitzwischenräumen von ungefähr zehn Minuten. Die Figuren sind geeignet, um die protoplasmatischen Fäden in ihren Stellungsveränderungen zu zeigen. Wie im Text schon gesagt worden ist, führte hier die Karyokinesis nicht zur Theilung.

Fig. 12. a und b. Aus dem Schultergerüst eines jungen Frosches.

Fig. 13. Idem. Erhöhte Temperatur (35° C.). Rund um den Kern sehr dicke protoplasmatische Stäbchen in lebhaften Bewegungen begriffen.

Fig. 14. Zelle aus dem Kopfknorpel einer Pelobates-Larve. Erhöhte Temperatur (35° C.).

Fig. 15. Idem. Nicht erhöhte Temperatur. Ein Kern, der sich zur Karyokinesis anschickt.

Fig. 16. Idem.

Fig. 17. Vom Knorpel einer neugeborenen Katze. Nach einem Alaunpräparat.

Die Anwendung von Gemischen der Chromsäure und Osmiumsäure zur Untersuchung des Gehör-Organes kleinerer Thiere.

Von

Dr. **Max Flesch,**
Prosektor in Würzburg.

Zur Untersuchung einiger Objekte hat sich mir seit längerer Zeit die Anwendung von Mischungen der Chromsäure und Osmiumsäure in mehrfacher Hinsicht zweckmässig erwiesen. Insbesondere gilt dies für das Gehör-Organ kleinerer Thiere. Da mittelst jener Lösungen gewonnene Präparate nunmehr sich seit über 3 Jahren unverändert conservirt haben, so ist vielleicht eine Notiz über das in Rede stehende Verfahren gestattet, um so mehr, als mir diesbezügliche Angaben nicht bekannt geworden sind. Das zumeist in Verwendung gekommene Mengenverhältniss beider Säuren war:

Osmiumsäure	0,10,
Chromsäure	0,25,
Destillirtes Wasser	100,00.

In diese Lösung, die auch am Licht lange Zeit dem Anschein nach ganz unverändert aufbewahrt werden kann, werden die zu untersuchenden Präparate frisch eingelegt; sie können darin, ohne dass übermässige Wirkung der Osmiumsäure zu befürchten ist, 24—36 Stunden verweilen. Zur vollständigen Entkalkung — bei dem isolirten Schläfenbein junger Mäuse ist selbst das bereits nicht mehr nöthig — dient $^1/_4$—$^1/_2$procentige Chromsäure-Lösung; dann kommen die Präparate gut ausgewässert in Spiritus. Man kann danach entweder sofort Schnitte derselben anfertigen zur Untersuchung in Glycerin oder man behandelt sie successive mit absolutem Alcohol zur Entwässerung, Terpentinöl, Lösung von Paraffin und Terpentinöl zur Einbettung in ein Gemische von Talg und Paraffin, wonach man trocken schneiden kann zur Aufbewahrung der in Terpentinöl aufgehellten Schnitte in Canada-Balsam. Fertige, dauernder Aufbewahrung fähige Präparate von der Schnecke, der Maus lassen sich auf diesem Wege in 2—3 Tagen gewinnen.

Die kurze Zeit, in welcher sich so auf relativ einfache Weise Präparate gewinnen lassen, dürfte zu Gunsten der Methode sprechen; ferner die Möglichkeit, ohne Anwendung von Färbungen anderer Art (Carmin, Hämatoxylin u. s. f.) durch ihre Schärfe zur Demonstration geeignete Bilder zu gewinnen. Selbst an in Canada-Balsam conservirten Präparaten lassen sich die meisten Einzelheiten des complicirten Baues der Schnecke mit fast schematischer Klarheit in selbst ungeübteren Zuhörern zugänglicher Weise demonstriren. Als ein wesentlicher Nachtheil erscheint nur, dass die Haarzellen meistens die Haare verlieren; dagegen bleiben viele andere Details, so vor allem die den Corti'schen Bogen durchziehenden varicösen Nervenfasern wohl erhalten und schon bei 500facher Vergrösserung gut zu sehen. Am besten hat sich das Verfahren bei der Maus, dann der Feldmaus bewährt; auch von dem Meerschweinchen, jungen Kaninchen, ferner von Taube, Eidechse u. a. wurden gute Bilder des innern Ohres erzielt.

Ausser zur Untersuchung des Gehörorganes habe ich die genannte Lösung selbstverständlich auch an andern Objekten geprüft. Vor allem darf die schrumpfende Wirkung des Reagens, die meist stärker ist, als die der Osmiumsäure allein, bei der Beurtheilung der Bilder nicht ausser Acht gelassen werden. Empfehlenswerth ist das Verfahren namentlich für Präparate des Epiphysen-Wachsthum, insbesondere kleinerer Thiere; auch hier erhält man Bilder

von fast schematischer Schärfe, ohne jegliche bunte Färbung, die dem Anhänger bei Demonstrationen das Verständniss nicht immer erleichtert. Sehr schnell gelingt die Erhärtung von Drüsen; doch kommt der schrumpfende Einfluss der Lösung hier nur überhaupt bei Epithelien sehr zur Geltung. Auch für die Netzhaut, Conjunctiva und Cornea, Augenlieder erhält man als Uebersichtsbilder verwendbare Präparate, wenn auch manche Details (so die Zapfenschicht der Netzhaut) leiden. Im ganzen dürfte, ausser bei dem Gehörorgan und Ossificationsprocess, die Lösung überall zweckmässig erscheinen, wo man schnelle Erhärtung zur Gewinnung von Uebersichtspräparaten ohne bunte Färbung erzielen will. Einzelheiten über einige am Gehörorgan gewonnene Befunde werden noch veröffentlicht werden.

Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen.

Von

Walther Flemming,

Professor in Kiel.

I.

(Hierzu Taf. XV—XVIII.)

Die Arbeiten, über deren ersten Theil ich hier berichte, wollen im Ganzen den einfachen Plan verfolgen, die Eigenschaften der Zelle an einer Reihe verschieden gewählter Objecte zu prüfen, welche die Möglichkeit bieten das mikroskopische Bild des lebenden Zustandes mit dem conservirten und gefärbten Präparat zu vergleichen. Hätte ich, wie es anfangs die Absicht war, erst nach Durcharbeitung des ganzen Planes die Resultate mittheilen wollen,

so würden bis zu einer Publication noch mehrere Jahre zu vergehen haben. Wenn ich mich statt dessen entschliesse dieselbe in einzelnen Abschnitten vorzunehmen, so geschieht es besonders im Hinblick auf die äusserst rührige und vielseitige Arbeit, die sich erfreulicher Weise letzthin auf die Gegenstände des Titels wirft. Es scheint unter solchen Umständen das Richtigste, Ergebnisse ungesäumt mitzutheilen, sobald man sie als sichere und verwerthbare Thatsachen hinstellen darf; denn wir wissen, und erleben täglich, wie leicht durch eine solche Angabe, oft ohne dass es der Verfasser voraussieht, einem Mitarbeiter die Untersuchung oder Deutung erleichtert und unnütze Mühe erspart werden kann.

Damit mag es auch entschuldigt sein, dass nicht Alles hier Mitgetheilte abgeschlossen zu nennen ist, ein Wort das ja in der biologischen Forschung ohnehin nur eine sehr relative Geltung hat.

Ich fasse in diesem ersten Theil zusammen, was ich an dem ersten gewählten Hauptobject, Salamandra maculata und ihrer Larve, unter geeigneter Hinzuziehung Anderer (Batrachier, Säugethiere) über allgemeine Eigenschaften der Zelle und des Kerns bis jetzt ermitteln konnte, und was sich daraus zur Beurtheilung anderer Befunde ergibt.

Inhalt.

Abschnitt 1. Ueber den Bau des ruhenden Zellkerns.
- A. Befunde an lebenden Geweben.
- B. Erscheinungen des Absterbens und Wirkungen von Reagentien an Kernen.
- C. Einiges über Structuren der Zellsubstanz.
- D. Zusammenfassung der Ergebnisse und Literarisches über den ruhenden Kern.

Abschnitt 2. Ueber Zelltheilung in wachsenden und entzündeten Geweben.
- A. Schilderung der eigenen Befunde.
- B. Literarisches und Zusammenfassung der Ergebnisse über Zelltheilung.
  - a. Neuere Literatur über Gewebszellentheilung und eigene Befunde.
  - b. Einiges Allgemeine über das Verhalten des Kerns bei der Zelltheilung.

Literaturverzeichniss.

Abschnitt 1. Ueber den Bau des ruhenden Zellkerns.

A. Befunde an lebenden Geweben.

Was ich vor zwei Jahren und früher über gerüstförmige Structuren im Kern mittheilte (22, 23), ist nur als kurze vorläufige Mittheilung erschienen, hat sich aber doch mancher Berücksichtigung, und von mehreren Seiten der Zustimmung zu erfreuen gehabt. Auch die letztere konnte mich jedoch nicht überheben, weitere Untersuchungen anzustellen und hier neue Rechenschaft zu geben. Denn von anderen Seiten wiederum sind die Befunde oder ihre Deutungen als noch zweifelhaft beurtheilt worden (s. Abschn. 1, D), und gerade von Mikroskopikern die dem Kern selber nähere Studien zugewandt haben, sind mir solche Zweifel geäussert. Ich komme also hier auf den Gegenstand ausführlicher zurück.

Die Ermittlungen über den Bau des ruhenden Kernes, die ich hauptsächlich an der lebenden und conservirten Blase von Salamandra maculata gemacht hatte (23), habe ich seitdem zunächst an der Larve desselben Thieres zu verificiren und zu erweitern gesucht und einige Worte darüber im vorigen Jahr schon vorläufig berichtet. Zunächst etwas über die Wahl des Objectes.

Sie wurde vor Allem getroffen wegen der Grösse der Zellen und entsprechender Grösse der Kerne, durch welche sich Salamandra vor anderen Amphibien auszeichnet (Maasse s. a. Schluss). Proteus, vielleicht auch andere Amphibien, die ich demnächst prüfen will, werden vielleicht noch günstigere Verhältnisse bieten. Es ist seitdem geäussert worden (Eimer 20, p. 100), dass die Grösse des Objects gar nicht als a priori der Beobachtung günstig angenommen werden müsse. Dennoch muss ich daran für den vorliegenden Fall festhalten, und zwar aus dem Grunde, den Eimer selbst vollkommen zu würdigen weiss: dass es für das Erkennen dieser zarten Structuren oft des besten Lichtes bedarf. Man sieht ja nicht immer am Meisten mit den stärksten Linsen. Sehr starke Systeme, die bei noch so grosser Güte und noch so sorgfältiger Wahl der Beleuchtung doch immer an Helligkeit gegen mittelstarke zurückstehen, und zugleich, je stärker sie sind, um so mehr trübende Interferenzbilder bedingen, habe ich deswegen überhaupt vermeiden wollen. Ich beschreibe hier fast

nichts, was ich nicht mit Hartnack Syst. 7 oder höchstens 8 gesehen hätte, wenn es auch der deutlichen Wiedergabe zu Liebe zum Theil nach den Bildern von Immers. 9, 10 u. 12 gezeichnet ist. Die mittelstarken Systeme sind ausserdem bei den lebenden Objecten wegen der grösseren Focaldistanz vorzuziehen, die man bei lebenden Objecten meistens braucht. Da ich nun finde, dass man bei anderen Amphibien (Rana, Triton), Säugethieren und Wirbellosen zwar unter günstigen Umständen dasselbe sehen kann, wie bei Salamandra, aber wegen der Kleinheit der Zellen auch dann nur mit starken Linsen, so hielt ich mich meistens lieber nicht an solche Objecte.

Die Vorzüge, welche die Salamanderblase durch ihre Dünne und Durchsichtigkeit bietet, sind schon a. a. O. geschildert. Die Larve, welche in Bezug auf die Grösse der Kerne ganz ähnliche Verhältnisse bietet, scheint sonst in mancher Hinsicht weniger günstig; ich wählte sie anfangs nur, um den letzten, bei der Blase noch möglichen Verdacht auszuschliessen, dass ein beginnendes Absterben der Kerne im Spiel sein könne. Von Theilen, die sich am unverletzten Thierchen lebend und mit Circulation beobachten lassen, kommen nur die Kiemenbüschel und die Schwanzflosse in Frage. Erstere sind schwer zu lagern, und wenig zu empfehlen, weil sie fast ganz durch bluthaltige Gefässe erfüllt, ausserdem recht pigmenthaltig und deshalb nicht sehr durchsichtig sind. Die Flosse erscheint auf den ersten Blick gleichfalls nicht günstig; sie ist dicker wie die der Frosch- und Krötenlarve, und durch die sehr schönen und zierlichen Pigmentzellen (stark verästelt, mit gelbem, schwarzem, braunem, blauem oder metallglänzendem Farbstoff), sowie durch das Vorkommen von braunem Pigment in den Epithelzellen der Hautdecke, wird die Durchsichtigkeit beeinträchtigt. Es giebt aber eine Stelle der Flosse nahe an den hinteren Gliedmaassen, die constant ohne Farbstoff ist, und wenn man nicht sehr dunkle Thiere wählt, findet man stets noch einige andere, gar nicht oder sehr schwach pigmentirte, namentlich an der ventralen Flossenhälfte und in der Seitenlinie. Wenn man Larven mit möglichst platten Flossen aussucht, und sie auf einen F. Schulze'schen Objectträger mit eingeschliffener Rinne passend lagert, so ist an die genannten Stellen mit Immersionen bis zu Hartnack 12 anzukommen.

Für die Beobachtung ruhender Kerne habe ich theils an der

curarisirten Larve gearbeitet (die Larve ist nach dem Abschneiden eines Beines auf $^1/_2$ bis 1 Stunde in weingelbe Curarelösung zu legen) theils an den ganz intacten, vorn durch nasses Löschpapier fixirten Thierchen (in vielen Fällen halten sie dabei für die Beobachtung still), endlich an abgeschnittenen Schwänzen (oder richtiger Hinterkörpern: will man das Absterben möglichst lange ausschliessen, so schneidet man am Besten dicht vor den Hinterbeinen durch). Ich wollte durch das zweite Verfahren ausschliessen, dass durch das Curare etwa Veränderungen entständen, da die Epithelzellen, insbesondere die in Theilung befindlichen, durch das Curare wirklich beeinflusst, resp. zum Absterben gebracht werden. Der Vergleich der drei Verfahrungsweisen zeigt aber, den sich am abgeschnittenen Schwanz in der ersten halben Stunde überhaupt nichts von Allem, was hier in Betracht kommt, gegenüber dem lebenden Zustand ändert, und dass am curarisirten Thier jedenfalls für alle Zellen ausser den Epithelien dasselbe gilt. Zelltheilungen gehen am abgeschnittenen Schwanz mehrere, oft viele Stunden lang fort. Die Zusatzflüssigkeit darf nur Aqua communis sein und zu starke Verdunstung ist durch öfteren Zusatz auszuschliessen.

Für die Untersuchung im überlebenden Zustand, und für dauernde Präparate fand ich ferner ein ausgezeichnetes Object in den Kiemenblättern; nicht den oben erwähnten äusseren Kiemenbüschen, sondern den zarten Platten, die nach der Mundhöhle zu den Kiemenknorpelleisten ansitzen. Sie bestehen nur aus einer dünnen Lage ganz klaren, pigmentlosen und fibrillenlosen Schleimgewebes, mit Sternzellen, wenigen Gefässen und Nerven, einzelnen Muskelfasern und einer sehr zarten, zweifachen Schicht von Plattenepithel. (Zellentheilungen darin s. Abschnitt 2.) Man lernt sehr leicht, mit wenigen Schnitten einer scharfen Scheere eine solche Kiemenplatte nebst Knorpelleiste, beides mit unverletztem Epithel bedeckt, herausschneiden und auflegen, so dass die Beobachtung spätestens $^1/_4$ Minute nach dem Herausnehmen beginnen kann. Die dünne Knorpelleiste ist ebenfalls in ganzer Tiefe der Linse zugänglich. Länger als etwa $^1/_4$ Stunde darf man sich aber nicht auf die Lebenstreue dieses ziemlich veränderlichen Objects verlassen, und wenn ungeschickt angeschnitten, stirbt es oft noch früher ab (s. u. bei: Knorpelzellenkerne).

Zu conservirten und gefärbten Präparaten kann man mit

grosser Bequemlichkeit diese Plättchen in toto benutzen; man spart so die Mühe, von anderen Stellen Schnitte zu machen oder das Epithel abzusplittern, was ich aber Beides zum Vergleich vielfach gethan habe.

Hiernach kann ich die Salamanderlarve, über die von Leydig (52) und Langerhans (50) bereits werthvolle Angaben vorliegen, jedem Histiologen für Untersuchungs- und Lehr-Zwecke aufs Beste empfehlen. Die Beschaffung ist nicht schwer: Salamandra maculata kommt ja in Deutschland fast überall im gebirgigen Theil häufig vor und ist durch jede gute Naturalienhandlung zu beziehen[1]). Um Larven zu erhalten, braucht man im Mai nur einige Weibchen zu tödten und die jungen Larven herauszunehmen, oder auch den alten Thieren ein Wassergefäss in den Behälter setzen, in das sie dann von selbst Junge abliefern. Die Larven halten sich in jedem, öfter gewechselten Brunnenwasser, in nicht zu kleinen Gefässen sehr gut, und müssen nur alle 1—2 Tage gefüttert werden, wozu ich verschiedene Süsswasserwürmer, besonders Tubifex rivulorum benutzte. Sie wachsen dann rasch heran, einzelne bis zum August bis auf 8 cm Länge. Mit dem August wird bei den meisten Larven das äussere Epithel schon so dunkel, das Pigment im Bindegewebe so massenhaft und die Schwanzflosse so dick, dass sie sich dann nicht mehr zur Beobachtung eignet. Die Kiemenblätter können auch dann noch dienen.

Die Larve wirft um diese Zeit die oberen Schichten ihres Epithels ab, unter Erscheinungen, über die Dr. Pfitzner demnächst berichten wird.

a. Lebende Bindesubstanz-Kerne der Schwanzflossen und der Kiemenblätter (Taf. XV, Fig. 1).

Die verästelten Bindesubstanzzellen erscheinen ganz ähnlich den bekannten des Froschlarvenschwanzes, nur bedeutend grösser. Ihre Kerne sind bei fast allen nicht regelmässig ellipsoid gerundet, sondern, den Formen des verästelten Zellkörpers entsprechend, unregelmässig gebuchtet und eingeschnürt. Der Contour des Kerns

1) Von der Handlung von V. Fric in Prag, Wladislavgasse, jederzeit im Sommer zu erhalten.

ist jedoch am Larvenschwanz nur bei solchen Zellen ganz deutlich und ringsum zu erkennen, welche plattgeformt nahe unter der Oberfläche liegen. (Von solchen rühren die meisten der gegebenen Zeichnungen.) Denn die tiefergelegenen Zellen senden auch Ausläufer in senkrechter Richtung gegen die Objecttischebene, und durch ihre Lichtbrechung wird vielfach der Kerncontour undeutlich. An den frisch abgeschnittenen Kiemenblättern (s. o.) liegen wegen der grossen Dünne und Klarheit dieser Lamellen die Zellkörper und Kerne der Bindesubstanz, der Gefässe, der Nerven und des Knorpels viel klarer vor wie am Schwanz, dafür aber sind auch sie selbst, wie alle Theile des Kiemenblattes, lebend erheblich blasser wie an letzterem Ort. Bei gutem Licht ist jedoch auch dies Object vortrefflich, nur darf man nicht länger als einige Minuten sicher auf sein Ueberleben rechnen.

An den deutlich vorliegenden Kernen erscheint die Begrenzung als ein scharfer Contour, mit stärkeren Systemen doppelt. Ich nenne das hier Kernmembran. Die Dicke dieser Schicht ist bei diesen und auch bei andern Zellenarten variabel. Manchmal, wo sie gering ist, kann man zweifeln, ob man nicht bloss einen Ausdruck der Grenze von Kernsubstanz und Zellleib sieht; in andern Fällen hat man eine deutliche substantielle Schicht, und dann pflegt deren innerer Contour nicht glatt zu sein, sondern etwas unregelmässig, was zum Theil auch durch die sich ansetzenden Gerüstbälkchen bedingt wird. Jedenfalls ist man, nach dem was auch die Reagentien zeigen, berechtigt, eine geformte Wandschicht des Kerns anzunehmen.

Die Substanz des Kerns innerhalb dieser Hülle zeigt: eine homogen aussehende blasse Masse und in dieser: grössere und kleinere Körper und Stränge ohne allgemeine Regelmässigkeit in der Anordnung, der Masse und Dichtigkeit nach bei verschiedenen Kernen sehr ungleich.

Ich bitte den Leser, hier vorweg einen Blick über die Figuren (Taf. XV Fig. 1, 2, Taf. XVI Fig. 1, 11) zu werfen, in denen diese Dinge, von dieser und anderen Zellenarten, dargestellt sind. — Ich habe überall nur gezeichnet, was mit Hartn. 7, 8 und 9 à imm. Oc. 1. deutlich zu sehen war. Die lebende Kernstructur ist blass; Licht des blauen Himmels ist für ihre Erkennung nicht ausreichend, weisse Wolken, oder gut dirigirte künstliche Beleuchtung erforderlich; eine Verbesserung des Lichtes mit Hülfe einer

hell beleuchteten Gewölkstelle zeigt vielfach bedeutend zahlreichere Körperchen, Stränge und Verbindungen zwischen solchen, als man sie vorher unter schwächerer Beleuchtung mit bester Aufmerksamkeit erkennen konnte.

Ich muss nun aber ferner besonders betonen (und das gilt zugleich für die meisten der folgenden Kernarten), dass es nicht gelingen wird an jeder beliebigen Zelle Alles das am Kern deutlich zu finden, was ich schildere. Im einen Falle gewahrt man mehr, im anderen weniger oder so gut wie nichts; wer sich die Dinge selbst ansehen will, wird mir Recht geben, wenn ich sage: sie sind eben gerade so blass und zart, dass ein wenig Verdunkelung durch darüber oder darunter liegende Dinge (Pigment, andere Zellenkörper, Nervenfasern) oder durch Ausläufer der betrachteten Zelle selbst, schon genügt, um sie unerkennbar zu machen. Auch ist natürlich einige Uebung im Beobachten zarter lebender Objecte erforderlich. Ich habe solche lebende Kerne öfter recht geübten Mikroskopikern gezeigt, die sich nur an conservirten und gefärbten Objecten speciell geschult hatten, und vergeblich gesucht, ihnen die Netze zu demonstriren; während Andere, die auch an frischen Objecten sehen gelernt hatten, sie auf den ersten Blick erkannten. — In den günstig gelegenen flachliegenden Kernen, die ich oben der Beschreibung zu Grunde legte, sind aber die Binnenstränge und Binnenkörper am ganz frisch aufgelegten Object über allen Zweifel deutlich; und man braucht nur einen Blick auf gefärbte Präparate zu werfen (Fig. 7, 8 Taf. XV, 1a, 2a, 23c Taf. XVII), um zu sehen, dass an allen übrigen Kernen die gleichen Verhältnisse vorliegen.

Von den grösseren Körpern, die man unter diesen Dingen sieht, entsprechen manche ohne Zweifel, wenn auch nicht in toto, so doch zum Theil, wahren Nucleolen (Fig. 1 d e f, Fig. 2 e, vergl. Fig. 8 a b, und Taf. XVII Fig. 2 a b). Sie zeichnen sich als solche dann durch einen ziemlich regelmässig rundlichen, wenn auch selten genau kreisförmigen Umriss aus. Selten erkennt man am lebenden Kern mehr als 2 oder 3, öfter nur einen und meistens gar keinen solchen Nucleolus sicher und deutlich heraus. Denn fast niemals erscheint ein solcher Körper ganz freiliegend — wo dies der Fall zu sein scheint, kann er natürlich trotzdem an zartere Stränge gebunden sein, welche zu blass sind, um sich kenntlich

zu machen: denn dass in den bei Weitem meisten Fällen noch mehr Netzwerk im Kern ist, als man lebend erkennen kann, lässt sich aus Reagentienwirkungen (s. u.) abnehmen oder darf danach doch vermuthet werden. Meistens aber liegen die wahren Kernkörper, auch wo sie schärfer begrenzt sind, deutlich in der Continuität von Strängen (Fig. 1 f).

Aber viele der grösseren Körper, die man sieht — und sie sind oft recht zahlreich in einem Kern — haben keine so genaue Begrenzung; sie sind unregelmässig in der Form, undeutlich und verwaschen in den Umrissen und lassen sich nicht etwa alle und in toto als „Kernkörperchen" auffassen. Sie erscheinen entweder als deutliche Verdickungen eines Stranges, oder als Knotenpunkte, in denen 3 bis mehr Stränge sich verbinden; oder wo sie anscheinend freiliegen, lässt sich oft durch die Schraube erkennen, dass sie die optischen Durchschnitte senkrecht laufender Stränge sind und oben oder unten Ausläufer in querer oder schiefer Richtung abgeben. In vielen, man kann sagen den meisten, Kernen finden sich nur Körper der letzteren Art, keine scharf begrenzten Nucleolen. Ich werde den Grund, weshalb diese undeutlich begrenzten Körper nicht Nucleolen zu nennen sind, weiter unten näher erörtern.

Ausser diesen grösseren finden sich in allen Abstufungen kleinere „Körper", nie ganz gleichmässig oder in bestimmter Anordnung durch den Kern vertheilt; viele, die anscheinend frei liegen, lassen sich bei verbessertem Licht als optische Schnitte zarterer Stränge oder Umbiegungen von solchen erkennen.

Die Substanz zwischen diesem Mehr oder Weniger von geformten Dingen, das sich im Kern sehen lässt, erscheint am lebenden Kern gleichartig, ohne irgend eine Granulirung.

Die Verdickungen der Stränge nenne ich hier kurz Netzknoten.

Um jeden der grösseren Korper im Kern und um jeden grösseren Strang, endlich auch an der Kernwand zeigt sich bei Einstellung auf sein Profil der schmale, lichte Schein, welcher durch den Reflex an der Grenze eines jeden stärker brechenden Dinges in einem schwächer brechenden Medium entsteht (Fig. 1 e), und welcher sich, in gleicher Breite, z. B. an jedem freischwimmenden Körnchen im Präparat findet (S. Fig. 1 e'). Niemals finde

ich am lebenden Object [1]) eine grössere Breite dieser lichten Zone, als sie einem solchen blossen Reflex entspricht, und muss daher das Vorkommen von „hellen Höfen" um Netzknoten oder um Nucleolen bei diesen Objecten als natürliche Struktur für meinen Gegenstand in Abrede nehmen. Ich komme darauf (Abschn. 1. A. f.) noch zurück. Zunächst schliesse ich an, was sich an lebenden Kernen anderer Zellenarten über die eben besprochenen Dinge ergiebt.

Ueber die Pigmentzellenkerne — so weit sie der Farbstoff für die Beobachtung frei lässt — und über die Nervenfaserkerne bemerke ich nur kurz, dass sie nichts wesentlich Anderes zeigen wie das eben Beschriebene. In den länglich geformten Kernen der Nervenfasern (Fig. 1 f. Taf. XV), so wie auch in denen der organischen Muskelzellen (Harnblase) und, wo man sie deutlich sehen kann, der quergestreiften Muskeln, sind die Netzfäden vielfach besonders langmaschig gestreckt angeordnet. Die Kerne der Blutgefässwände sind lebend zu blass, um für unseren Zweck gut zu dienen.

b. Kerne rother Blutzellen in Gefässen (Taf. XV Fig. 1, h i).

Sie enthalten, bei Salamandra wie bei anderen Amphibien, ein so enges Gerüst, mit so dichten Verdickungen, dass auch an den grossen Blutzellen resp. Kernen der Ersteren auf den ersten Blick nur eine gleichmässige und dabei sehr zarte, verwaschene Granulirung erscheint. Doch erkennt man den Zusammenhang wenn nicht aller, doch vieler Körner durch Zwischenbälkchen ausreichend mit starken Systemen. Viel deutlicher ist das Letztere an den ungefärbten, langspindelförmigen kernhaltigen Blutzellen, die hier besonders bei der Larve sehr zahlreich vorkommen. Einzelne der Netzknoten sind etwas an Grösse ausgezeichnet; das Vorkommen wahrer Nucleolen kann ich, auch an Reagentienpräparaten, nicht sicher stellen.

Diese Formen stimmen mit den Spindeln, die v. Recklinghausen im Froschblut als Uebergangsformen zu rothen Blutzellen beschrieben hat. Ich habe sie demnach früher (24.) kurz als Jugendformen der rothen bezeichnet; wobei noch die Frage wäre, ob sie Entwicklungsstufen aus amöboiden Zellen,

---

1) Dagegen öfter an Reagentienpräparaten (s. u.), sowie an manchen anderen Kernarten (Mundepithel des Menschen).

oder die heranwachsenden Formen sein möchten, die aus der Theilung einer rothen Blutzelle resultiren; denn solche Theilungen (s. u.) kommen im Larvenblut massenhaft vor. Ich muss aber ganz offen lassen, ob diese Deutung der Spindelkörper ferner haltbar ist, nachdem Stricker (69) beschrieben hat, dass ähnliche Spindeln im Froschblut sich zu beweglichen Körpern und freien Kernen umgestalten können.

Jedenfalls sind die Kerne der Spindelkörper denen der rothen sehr ähnlich durch die Regelmässigkeit des Netzwerks und der Vertheilung seiner Verdickungen, nur ist es etwas lockerer und deshalb klarer zu beobachten. Durch Reagentien wird der Zusammenhang des Netzes an ihnen wie an den gewöhnlichen rothen Blutzellen sehr deutlich. Im Blut des erwachsenen Thieres ist die Zeichnung der Blutzellenkerne undeutlicher, wie bei der Larve.

Die Dichtigkeit der Netze und Regelmässigkeit der Netzknoten in den Kernen der rothen Blutzellen sowie das Fehlen deutlicher einzelner grösserer Nucleolen ist Ursache gewesen, dass dieselben früher schon von vielen Seiten als „dicht und gleichmässig granulirt" beschrieben sind. Auerbach (3, p. 99, p. 103—4) widmet den Kernen der rothen Blutzellen der Amphibien, auch von Proteus und Salamandra, genaue Besprechungen, in denen er das, was ich hier Verdickungen des Netzwerks nenne, darstellt, aber als freie Binnenkörperchen auffasst. Auch einen wirklich netzförmigen Charakter dieser Zeichnung hat schon vor längerer Zeit Rollett [1]) beschrieben, an Blutscheiben, welche durch Gefrieren und elektrische Schläge behandelt waren. Und Bütschli (13, pag. 48) sagte schon nach Essigsäurebehandlung aus, dass man in den Kernen der Blutscheiben nicht, wie nach Auerbach, discrete Kernkörperchen, sondern knotig verdickte Fasern finde. Ich habe nur deshalb hier eine eigene Beschreibung folgen lassen, weil meine Beobachtungen die ersten sind, die sich auf lebende, in Gefässen zeitweilig zur Ruhe gekommene Blutzellen beziehen.

c. Kerne farbloser Blutzellen und Wanderzellen.

An der Flosse weniger gut zu beobachten, wie in der Harnblasenwand des erwachsenen Thieres, oder in den Kiemengefässen der Larve, oder endlich im Blutpräparat.

Wo eine derartige Zelle etwas flach ausgebreitet liegt, sieht man den Kern (oder die Kerne, wo, wie häufig, mehrere vorhanden sind) scharf abgegrenzt durch eine relativ dicke Membran, und in seinem Innern mehrere bis viele grössere und kleinere Körper, vielfach deutlich durch zartere Stränge mit einander und mit der Kernwand verbunden, ohne reguläre Anordnung (Fig. 1 n—q).

1) Wiener Sitzungsberichte Bd. 44. p. 74 ff., Fig. A.

Bei den Bewegungen der Zellen, die oft sehr rasch vor sich gehen, verschiebt sich ebenso rasch die Anordnung dieser Netze und wechselt die Form des Kernes. Bei sehr langgestreckten Lagen der Zellen (Fig. 1. o) haben die Netzstränge oft fast parallelfaserige Anordnung (vgl. Fig. 13, Kali bichromicum). Oft sieht man, dass Wanderzellen, von Formen wie in Fig. 1. q, deren Plasma nur kleine Anhäufungen an den Enden bildet und den Kern streckenweis ganz frei lässt, sich auf eine rundliche Form contrahiren in einer Weise, die kaum anders verständlich scheint als durch die Annahme, dass der Kern selber contractil ist. Diese ist übrigens durch die interessanten Mittheilungen Stricker's über die farblosen Blutzellen des Frosches bereits früher hinreichend bewährt. Stricker beobachtete nicht nur, was ich eben erwähnte, dass an diesen Elementen das Netzwerk und die Form der Kerne während der Zellbewegungen die stärksten Verschiebungen erleiden — diese könnte man allenfalls noch als passive deuten — sondern er stellte auch fest, dass im Froschblut Elemente vorkommen, die gar nichts anderes als Kerne sind, und sich dennoch bewegen. Das Vorkommen solcher Körper kann ich auch für die Harnblasenwand von Salamandra bestätigen, namentlich gefärbte Präparate liefern die vollendetste Demonstration solcher „freier Kerne", die durch ihre unregelmässige Form und Vertheilung mit voller Sicherheit von Kernen fixer Zellen zu unterscheiden sind.

Die sonstigen Mittheilungen Stricker's a. a. O. über Auftreten, Wiederverschwinden und Verschmelzen von Kernen im Zellleib der Leukocyten sind von solchem allgemeinen Interesse und so fundamentaler Wichtigkeit für die Physiologie und Morphologie des Kerns, dass man es mir als Versäumniss anrechnen mag, wenn ich in dieser Arbeit noch nicht versuche, Stricker's Beobachtungen auch an meinem Object zu wiederholen, bei dem die Dimensionen der Zellen besondere Gunst versprechen. Ich habe dies absichtlich verschoben, weil die Untersuchung von Blutpräparaten bei Salamandra besonders zeitraubende Cautelen fordert und mir der Gegenstand zu wichtig scheint, um kurz und nebenbei abgemacht zu werden.

d. Epithelzellenkerne der Schwanzflosse.

Ich habe früher (24) angegeben, dass es bei der Salamanderlarve Kerne von Epithelzellen gebe, die lebend vollkommen unsichtbar seien. Dies bezog sich auf das Epithel der Kiemenplatten. Bei Triton verhält es sich nach der Mittheilung Mayzel's ebenso mit dem gesammten Oberflächenepithel der Larve. So ist es ja auch lange bekannt, dass die Zellen und Kerne der frisch

ausgeschnittenen Hornhaut vieler Thiere, so lange sie überleben, nicht sichtbar sind. An der Blase sind die lebenden Kerne und Epithelzellen nur im gefalteten Zustand der Membran sichtbar, nicht in der Ausdehnung, auch wenn dieselbe nur mässig ist.

Anders ist es an der Schwanzflosse. Die platten Kerne ihres zweischichtigen[1]) Epithels sind zwar blass, aber deutlich zu sehen — gutes Licht immer voraussetzt (Fig. 1, 11 Taf. XVI).

An diesen Kernen ist nun besonders auffallend, was ich vorher schon für die Bindesubstanzkerne beschrieb, was aber bei letzteren viel weniger stark hervortritt: die Kerne haben zum weitaus grössten Theil nicht regelmässig runde, elliptische oder ovoide Umrisse, sondern vielfach eingebuchtete; bei manchen sind einzelne dieser Buchten so tief, dass sie bis in die Mitte des Kerns reichen (Fig. 1 T. XVI, 10 T. XV). Auf den ersten Blick können diese Kerne förmlich gezackt erscheinen, bei genauem Hinsehen erkennt man aber, dass es nirgends wirklich scharfe Ecken giebt, sondern dass überall an den Eingängen in die Buchten, auch in die engsten, der Contour geschwungen verläuft. (Das Zackigwerden ist dagegen oftmals eine Erscheinung des Absterbens.) Die Einbuchtungen beschränken sich übrigens nicht auf die Seitenränder der flachen Kerne, sondern an vielen sieht man auch Falten über die Fläche hinziehen (angedeutet in Fig. 11 T. XVI unten).

Beachtet man diese Kerne längere Zeit, so kann man hie und da geringe Veränderungen in der Anordnung, Tiefe und Weite der Buchten vor sich gehen sehen. Doch geschieht das äusserst langsam, und findet sich immer nur an einzelnen Kernen mit Deutlichkeit. Man mag begreifen, dass ich beim ersten Beobachten dieses seltsamen, mir bisher nicht bekannten Verhaltens glauben musste, schon Erscheinungen des Absterbens, Schrumpfung und Collaps der Kerne vor mir zu haben. Das ist aber, wie sorgfältige und hundertfach wiederholte Untersuchung zeigte, auszuschliessen.

---

1) Wie es schon Langerhans l. c. angiebt. Doch finden sich vielfach noch kleinere tiefstgelegene Epithelzellen als dritte, aber nicht zusammenhängende Schicht, besonders neben den grossen Blasenzellen (s. u.) angedrängt. Ein zweischichtiges Plattenepithel haben auch die Kiemenplatten, die Kiemenzotten und die Harnblase der erwachsenen Salamandra; doch sind hier die Zellen so flach und die Kerne der zweiten Schicht meistens so gleichmässig zwischen denen der ersten vertheilt, dass man erst an gefärbten Präparaten die Doppelschichtigkeit sicher stellt.

Erstens gehen überall zwischen den Zellen, die solche Kerne haben, Zelltheilungen Stunden lang fort und durchlaufen ihre typischen Stadien (s. u. Abschn. 2), während sich an jenen Kernen nichts ändert. Sodann ist auch dem Epithel durchaus kein Leid geschehen: wie oben gesagt, habe ich die Larven in vielen Fällen ganz unverletzt und uncurarisirt aufgelegt, so, dass die Hautfläche nicht einen Augenblick unbenetzt war, und ohne dass irgend ein Druck das beobachtete Epithel traf[1]), und mich überzeugt, dass am abgeschnittenen Schwanz, an dem ich meistens arbeitete, die Verhältnisse stundenlang dieselben bleiben wie am unverletzten Thier. Endlich, die beschriebenen Buchten zeigen sich an den Kernen vom ersten Moment nach dem Auflegen an gerade so, wie sie dann stundenlang bleiben. Erst später mit dem Absterben treten die wohlcharakterisirten, ganz verschiedene Veränderungen an den Kernen auf, die weiter unten Besprechung finden.

Am Ende dieses Sommers wurde ich durch die Freundlichkeit Mayzel's mit einem polnisch geschriebenen Aufsatz desselben bekannt, in dem an den Epithelzellen der Tritonlarve die (frisch unsichtbaren) Kerne als oft mit tiefen Einschnitten versehen beschrieben werden, in deren Erweiterung sich ein grosser, glänzender, nicht tingirbarer Körper, offenbar ein Dotterrest, befindet. Ich habe dies seither an Präparaten Mayzel's sehr deutlich gesehen. Es wäre also daran zu denken, dass den gebuchteten Formen der Kerne bei Salamandra ebenfalls das frühere Vorhandensein von Dotterelementen zu Grund liegen könnte. Allerdings beobachtet man aber diese Formen noch in der letzten Zeit des Larvenlebens, wo längst jeder Dotterrest verschwunden ist; und wie ich in Fig. 10 zeige, kommen die eingebuchteten Kernformen auch am Blasenendothel des erwachsenen Thieres vor. Jedenfalls steht es nach allem Gesagten fest, dass solche Formen vitale Erscheinungen sind.

Ich notire hier schon vorläufig, dass sämmtliche benutzte

1) Bei der Lagerung auf dem Rinnen-Objectträger ragt die Körperaxe mit der Wirbelsäule noch immer so weit empor, dass sie das Deckglas stützt, und dass dieses die Stellen der Beobachtung (Randtheile der Flosse) nicht unmittelbar drückt. — Ich bin in der Vorsicht mit Bezug auf das Obige so weit gegangen, die Frage zu stellen, ob das Löschpapier, das ich zum Fixiren und Feuchthalten des Vordertheils der Larve benutze, vielleicht irgend welche Unreinigkeiten enthielte, deren Lösung verändernd wirken könnte. Es wäre ja denkbar, dass die ruhenden Kerne gegen ein Minimum solcher Beimischung empfindlicher wären wie die in Theilung begriffenen, die, wie oben gesagt, sich ruhig weiter theilen. — Ich habe deshalb das benutzte Löschpapier vorher sorgfältig mit Brunnenwasser ausgewachen, ohne dass sich dabei an den Kernen etwas anderes ergab wie das Beschriebene.

Reagentien (s. u.) diesen Zustand der ruhenden Epithelkerne und Bindesubstanzkerne nicht getreu erhalten. Die Chromsalze, welche sonst im Innern des Kerns gerade am Meisten verändern, demnächst die Essigsäure, Pikrinsäure und Chromsäure, lassen die buchtigen Contoure wenigstens oftmals und an vielen Kernen noch zum Theil bei Bestand, obwohl auch sie die Tendenz haben den Kern auszurunden; am Meisten ist das letztere der Fall bei der Osmiumsäure, die die Kerne quellen macht und hier am allerwenigsten als ein unschuldiges Fixativ gelten kann.

Eine besondere Art von Zellen in diesem Epithel zeigt die Kerne und ihren faltigen und gebuchteten Zustand mit vorzüglicher Klarheit. Es sind dies die von Leydig[1]), dann von Langerhans (l. c.) schon beschriebenen s. g. Schleimzellen (Leydig), Dinge von bis jetzt räthselhafter Funktion, denn sie zeigen, wie Langerhans erkannt hat, bis in das Ende des Larvenlebens keinerlei Oeffnung nach Aussen.

Zur Kenntniss dieser Zellen — ich behalte den Leydig'schen Namen bei — schiebe ich hier Einiges ein. Die obige Angabe von Langerhans über das Geschlossensein kann ich völlig bestätigen. An den Orten, wo die Leydig'schen Schleimzellen vorkommen (besonders Seitenlinie des Schwanzes und Körperhaut, siehe übrigens Langerhans l. c.), finden sich die auffallend breiten Intercellularlücken des Epithels (Fig. 11, 1 Taf. XVI, s. Erkl.), von denen unten (Abschn. 1 C) genauer die Rede ist. Grade dort aber, wo je eine solche Schleimzelle liegt und die obere Epithelzellenlage mit ihrer Vorderkuppe etwas hervordrängt, verschmälern sich die breiten Intercellularspalten und laufen gegen die Mitte der Schleimzellenkuppe, grade dort, wo man eine Oeffnung erwarten sollte, ganz eng aneinander (Fig. 11 Taf. XVI).

Die Angabe von Langerhans l. c., dass die Schleimzellen Membranen mit rippenartigen Verdickungen besässen, bezieht sich auf Isolationspräparate aus Osmiumsäure und erscheint nach solchen völlig gerechtfertigt; nicht ganz so nach genauerem Studium des frischen Epithels. Bei diesem zeigt sich (Fig. 4, b n o Taf. XVI), dass der Schleimzellenbauch grade so von den Körpern der benachbarten Epithelzellen, wie diese von einander, durch eine breite, helle, von Fäden durchsetzte Schicht getrennt ist: bei Zelltheilungen lässt sich die Anspannung dieser Fäden an der Contractionsmarke sehr schön beobachten (Fig. 4 n o). Ob man nun die periphere Schicht der Schleimzelle, in welche diese Fäden übergehen, eine Membran nennen darf oder muss, darüber kann man zweifelhaft sein: ohne Frage ist sie eine zusammenhängende Schicht, aber da sie bei der Zelltheilung sich gleich mit einbuchtet (s. ebenda) und an tingirten Objecten keine Differenzen gegenüber den inneren Zellplasma-

1) Untersuchungen über Fische und Reptilien, p. 107 u. 108.

strängen zeigt, kann man sie ebenso gut als eine periphere Ausbreitung des Plasma ansehen. An isolirten Osmiumpräparaten solcher Zellen, wo die Flüssigkeit der umgebenden Intercellularspalte geronnen und an die Zelle geklebt ist, macht sie mit den abgerissenen Leisten und Fäden zusammen ganz den Eindruck einer gerippten Membran, wie sie Langerhans beschreibt.

Die Zellsubstanz zeigt sich im Lebenszustand gruppirt in zweierlei Massen: 1. Vacuolen von verschiedener, meist erheblicher Grösse, die die Hauptmasse ausmachen, und dazwischen: 2. ein Fachwerk von Plasmalamellen und -Strängen, die aussen an der Wandschicht, innen an dem Kern hängen. — Langerhans beschreibt die Zelle als gefüllt mit ziemlich groben Körnern, die durch Osmium einen leichten Sepiaton annehmen. Für Osmiumpräparate trifft dies vollständig zu, ebenso finden sich solche Körner, tingirbar, an Chrom- und Pikrinpräparaten; da aber im lebenden Zustand sowohl, wie nach dem Absterben ohne Reagentien, von diesen groben Körnern keine Spur zu sehen ist, und da nach Essigsäurezusatz die ganze Zellsubstanz eine viel feinere Granulirung zeigt, so liegt wohl die Annahme am nächsten, dass jene Körnungen Gerinnungsproducte der Reagentien in den Vacuolen sind.

Näheres über die Leydig'schen Schleimzellen der Larve wird demnächst von Dr. Pfitzner publicirt werden.

Hiermit komme ich auf die Kerne dieser Zellen zurück. Langerhans beschreibt und zeichnet sie nach Osmiumpräparaten richtig als „mehrfach gelappt". Und auch die lebenden Kerne zeigen zum weitaus grössten Theil schrumpfliche, eingebuchtete, vielfach gefurchte Formen (Fig. 1 T. XV k m l, Fig. 11 T. XVI), oft in einem solchen Grade, dass man beim ersten Anblick zu dem Glauben versucht wird, es handle sich um ganz abgestorbene, collabirte Kerne; da man sie aber durch das ganze Larvenleben immer und wieder so findet und da sie fortwährend Theilungen eingehen, ist daran nicht zu denken. Einzelne unter ihnen sind auch regelmässiger gerundet; wenn man einen längere Zeit beobachtet, sieht man oft sehr langsame Formänderungen, Uebergänge aus einem schrumpflichen in einen pralleren Zustand und umgekehrt. Wenn es noch eines Beweises bedürfte, dass die schrumpflichen Kernformen Natur sind, so würde der beste darin liegen, dass dieselben an denjenigen Kernen, welche bei einer Zelltheilung neu entstanden sind, sich alsbald wieder entwickeln.

Diejenigen dieser Kerne, bei denen nicht gar zu starke Faltungen der Membran das Innere verdunkeln und besonders klar die wenigen, welche ganz ohne Einfaltungen sind, zeigen Netze, Verdickungen derselben und hie und da abgegrenzte Nucleolen darin mit grösster Deutlichkeit (Fig. 1 T. XV m, Fig. 11 T. XVI).

e. Knorpelzellenkerne.

Sie sind, nicht nur bei Salamandra, sondern auch bei andern Amphibien, eins der klarsten Objecte, um das Vorhandensein der Kernnetze am lebenden Gewebe zu zeigen. Es giebt allerdings keinen knorpelhaltigen Körpertheil, welcher geeignet wäre am völlig unverletzten Thier zur Beobachtung zu dienen[1]); und ich meine gewiss nicht, dass man einen abgenommenen mikroskopischen Knorpelschnitt, ohne Zusatz, oder gar in Humor aqueus oder Serum untersucht, ohne Weiteres als lebendig betrachten dürfte. Die Frage nach Saftwegen in der Zwischensubstanz des Knorpels ist neuerdings vielfach discutirt; man darf sie eine noch unentschiedene nennen, obschon allerdings die Arbeiten von Leo Gerlach[2]) sehr gewichtige Gründe gegen eine Canalisirung der Grundsubstanz gebracht haben. So lange eine solche nicht als absolut unmöglich hingestellt werden kann, wird man auch nicht annehmen dürfen, dass in einem frisch beobachteten Knorpelscheibchen auch selbst die Zellen, deren Höhlen nicht angeschnitten sind, in sicher überlebendem Zustand wären.

Wenn man aber den Sternalknorpel eines Amphibiums im Ganzen, mit noch daran haftendem umkleidenden Bindegewebe, schnell herausnimmt und ohne Zusatz untersucht; oder, wenn man den ganzen Unterkiefer und Mundboden einer lebenden Larve mit drei raschen Schnitten abnimmt, eindeckt und auf den immitten liegenden Copulaknorpel einstellt: in diesen Fällen, wo der Knorpel ganz unverletzt ist und die Beobachtung (wie im letzteren Falle) einige Secunden nach dem Abscheiden beginnen kann, wird wohl Niemand glauben, dass an den Knorpelzellen schon Veränderungen des lebenden Zustandes eingetreten wären. Diese Objecte sind etwas dick, dunkel und unbequem zu handhaben; ich benutzte sie also nur um mich beim besten Licht zu überzeugen, dass an ihnen in Bezug auf Knorpelzellen und -Kerne genau dasselbe zu sehen ist wie am frisch abgeschnittenen Knorpelscheibchen von verschiedenen Orten (Gelenkknorpel, Scleralknorpel), und an

---

1) Die Extremitäten der Larve sind bei Salamandra zu undurchsichtig. Vielleicht würden sie sich bei der Tritonlarve eignen.

2) Ueber das Verhalten des indigschwefelsauren Natrons im Knorpelgewebe lebender Thiere. Hab.-Schrift, Erlangen 1876.

den einzelnen Kiemenbogenknorpeln der Salamanderlarve. Letztere habe ich denn besonders benutzt, da sie noch beiderseits mit Epithel bedeckt untersucht werden können, und sehr durchsichtig und grosskernig sind; die folgende Beschreibung bezieht sich auf dies Object (untersucht in Wasser, von dem es ja auch im Leben umspült wird) und auf das, was man in den ersten Minuten nach dem Abschneiden daran sieht.

Die Kerne der Knorpelzellen sind grösstentheils regelmässig rund oder leicht ellipsoid, doch nicht selten finden sich auch hier kleine Unregelmässigkeiten des Contours, Einbuchtungen der Kernmembran. Schon Rollett hat diese Kerne als „grob granulirt" beschrieben und dargestellt (Strickers Hdb. p. 71). Das Innere des Kerns enthält ein Gerüst, das im Vergleich zu den oben beschriebenen Kernarten sehr dicht zu nennen ist und bedeutend klarer hervortritt, wie bei jenen (Fig. 2 T. XV). Es besitzt erhebliche und zahlreiche Verdickungen, so dass die Kerne bei schwächerer Vergrösserung, resp. bei kleinzelligeren Knorpeln, den Eindruck machen als wären sie grob granulirt. Deutlich abgegrenzte Nucleolen sind dagegen aus diesen Verdickungen am frischen unveränderten Knorpel nicht heraus zu kennen; und sie sind keineswegs so zahlreich, dass etwa in jedem grösseren Knoten des Netzwerks einer vorhanden wäre. Dies zeigt die Behandlung mit Reagentien; noch einfacher aber das Absterbenlassen des Objects.

Nach einer Viertel- bis halben Stunde nämlich, und wenn man den Knorpel beim Herausnehmen angeschnitten hat, oft noch früher, treten Veränderungen an den Knorpelkernen ein (Fig. 2 d T. XV). Es werden zunächst die schwachen Einbuchtungen ihrer Membran, wo solche bestanden, ausgeglichen, und der Membrancontour feiner aber zugleich schärfer, wie vorher. Das Netzwerk mit seinen Verdickungen wird immer blasser, und statt dessen treten nun 1—5 Körperchen von verschiedener Grösse hervor, die vorher in den Netzverdickungen verborgen lagen oder mit solchen identisch waren — ob eins oder das Andere der Fall, lässt sich freilich bei der langsamen Veränderung nicht entscheiden; jedenfalls aber sind die bleibenden Körperchen, die Nucleolen, ihrer Masse wie Zahl nach viel zu gering, als dass man daran denken könnte, dass jeder ursprüngliche Knoten des Kernnetzes zu einem der fortbestehenden Kernkörperchen würde. — Der ganze Kern wird dabei etwas aufgeschwellt. — An dem Kern Fig. 2 d z. B. erblassten auch noch zwei der zackigen

Körperchen und blieben uns die zwei grösseren deutlich und scharf als „Nucleolen“ zurück.

Diese Erscheinung erinnert in der Hauptsache an das, was ich früher (22) von der Wasserwirkung auf die Kerne von Muschelciern beschrieb. Dort zerstört das Wasser alle Structur im Kern, ausser dem glänzenden kleineren Theil des grossen Nucleolus; diesen Theil würde man also mit den Körpern vergleichen können, die hier im Kern übrig bleiben. Auf näheres darüber gehe ich hier noch nicht ein.

Das Plasma der Knorpelzelle ändert während dem nichts von der Beschaffenheit, die es gleich zu Anfang zeigte und die im Abschnitt 2 beschrieben wird (Fig. 2 T. XV).

Jene langsamen Wasser-Veränderungen der Kerne sind durchaus verschieden von denen, welche man an und nahe den Schnitträndern des Knorpels von Anfang an findet. Hier nämlich sind sofort die Körper der Knorpelzellen dunkel, undurchsichtig und geschrumpft, die Kerne darin kaum erkennbar, kurz es liegen die bekannten Erscheinungen vor, die man an rasch abgestorbenen Knorpelzellen, auf Grund von Reagentienbehandlung, electrischen Schlägen[1]) oder mechanischem Reiz so gewöhnlich beobachtet.

An frisch abgeschnittenen und rasch ohne Zusatz untersuchten Knorpelscheiben anderer Gegenden (Gelenke) von Salamandra, Triton, Bufo und Rana, sowie von Säugethieren finde ich das Verhalten der Kerne in allem ebenso, wie hier beschrieben, doch wegen der Kleinheit der Kerne ist das dort meistens nur mit sehr starken Systemen und günstigstem Licht zu sehen.

Ich mache hier einen Zusatz über die Bindesubstanzkerne der Kiemenblätter, die schon oben unter a. erwähnt wurden und im Anfang der Beobachtung, nur blasser, das Gleiche zeigen wie die dort beschriebenen Bindesubstanzkerne des Schwanzes. Sie sterben in dem dünnen Kiemenblatt noch rascher ab wie die Knorpelkerne, und erleiden dabei ganz gleiche Veränderung wie diese: werden gleichmässig rundlich contourirt, blass, lassen die Netze erblassen und schwinden und Kernkörper hervortreten (Fig. 1 c',

1) Da man eine durch electrischen Schlag so veränderte Knorpelzelle nie wieder zu ihrem früheren Zustand zurückkehren sieht (vergl. Rollet, Stricker's Handb. p. 72), so halte ich es für gestattet, sie auch zu den abgestorbenen zu rechnen.

Taf. XV). So auch mit allen andern Kernen des Kiemenblattes. Nur die der Epithelzellen, frisch nicht sichtbar, halten sich in diesem Zustand länger und treten erst später, und dann in der scharfen Form der postmortalen Veränderung (s. u.) hervor.

Es fragt sich, was die Ursache dieser Veränderungserscheinungen ist: ob einfach das Absterben des Gewebes, wegen des Aufhörens seiner natürlichen Circulations- und Diffusionsbedingungen, oder, das durch letzteren Umstand erleichterte Eindringen des Wassers in die dünne Gewebsplatte. Das letztere möchte ich annehmen, und zwar eben wegen der Aehnlichkeit dieser Erscheinungen mit denen an den Kernen der Eizellen von Muscheln (s. oben).

In Knorpelkernen hat zuerst Frommann (30, p. 29) verbindende Fäden zwischen Körnchen, und von Kernkörperchen ausgehende Fäden beschrieben, doch keine zusammenhängenden Gerüste; er nennt ausserdem den Inhalt des Kerns bald homogen, bald unbestimmt granulirt, was vielleicht darauf zu beziehen ist, dass die Knorpelpräparate, von denen letzteres angegeben wird, vom Säugethier stammten, und bei der Untersuchung schon irgendwelche Veränderungen durchmachten. Denn ich bemerke gleich, dass auch schonendere Zusatzflüssigkeiten (Serum, Lymphe) Veränderungen ähnlich wie die beschriebenen an den Kernen hervorrufen können. Ich habe niemals einen ganz frischen Knorpel gesehen, wo ich nicht einen Zustand der Kerne gefunden hätte, den das Bild meiner Figuren 2 a—c Taf. XV repräsentirt.

f. Prüfung einiger Kernarten anderer Thiere.

Ich habe mich nicht allein an die Amphibien gehalten, sondern nach und nach auch viele Kerne anderer Wirbelthierarten geprüft, namentlich solche, die Anderen abweichende Befunde geliefert hatten. Ich beschränke mich hier auf die nähere Beschreibung zweier Objecte, da sie mir für das, was ich zeigen will, zu genügen scheinen.

Leberzellenkerne des Karpfen (Taf. XV Fig. 4). Sie sind es, welche Auerbach in seinen ausgezeichneten „Organologischen Studien“ besonders benutzt hat, um „Zellkerne im natürlichen Zustand“ zu studiren (l. c. p. 11 ff.).

Aus der ausführlichen Beschreibung Auerbach's l. c., welche Kerne aus frisch von der Leberschnittfläche abgestrichnen Präparaten ohne Zusatz betrifft, führe ich an, dass er die Kerne kugelrund findet, deutlich hohl, mit ziemlich dicker, bei starker Vergrösserung doppelt contourirter Wandung; in dem

von ihr eingeschlossenen Hohlraum schwebt in der Regel ein einziger grosser Nucleolus, selten 2 bis mehr; diese Nucleoli sind fast nie kugelförmig, sondern von den mannichfachsten unregelmässigen Gestalten. Ausser diesen Nucleolis findet Auerbach in den Kernen zahlreiche, äusserst kleine Körnchen „intermediäre oder Zwischenkörnchen", welche immer einen runden Hof um den Nucleolus oder die Nucleolen, wenn mehrere da sind, freilassen sollen; während sie im übrigen Theil der Kernhöhle unregelmässig zerstreut sind. In manchen Kernen sollen die Körnchen auch eine periphere helle Zone zunächst der Kernwandung freilassen.

Diese Beschreibung stimmt in vielen Punkten (ich habe dieselben durch den Druck hervorgehoben) ganz mit dem, was ich an den betreffenden Kernen finde; aber nicht in allen. Ich bemerke, dass ich das jetzt zu Beschreibende bei gutem Licht schon mit Hartnack 9 und 10 à imm. sehe, also mit etwa den Beobachtungsmitteln, die Auerbach angewendet hat, dass ich es mir aber mit einer ausgezeichneten Immersion 12 von Hartnack (stets mit Ocul. 1) viel deutlicher gemacht habe. Die Anfertigung der Präparate machte ich genau, wie es Auerbach angibt.

Zunächst kann ich den hellen Hof, der um den Nucleolus erscheint, für nichts anderes halten wie für einen Reflex (vergl. oben Abschn. 1 a). Man braucht nur ein freischwimmendes Körnchen anzusehen, um einen ebenso breiten hellen Hof zu finden. Bei gewisser Einstellung kann man denselben Randreflex an der Kernmembran hervorbringen, und das dürfte vielleicht den peripheren hellen Zonen entsprechen, die Auerbach erwähnt.

Sodann finde ich an Stelle der intermediären Körner Auerbach's in jedem dieser Kerne vielfach deutliche, geknickte oder gebogene Stränge (Fig. 4 a—f). Deren optische Quer- und Schrägschnitte können allerdings wie Körnchen imponiren und man glaubt deshalb daneben viele freie Körnchen zu sehen; es ist auch nicht zu entscheiden, ob nicht solche wirklich vorhanden sind, denn man könnte sich für solche Frage wohl kein schwierigeres Object aussuchen, als diese kleinen Kernchen. Aber jedenfalls sind Stränge da. Bei einzelnen der Kerne haben sie eine derartig radiäre Anordnung (Fig. 4 c), dass man an die von Eimer, (20) beschriebenen Bilder erinnert wird; bei den meisten Kernen ist ihre Verästelung ohne erkennbare Ordnung. Es ist im einen

Kern mehr, im andern weniger von ihnen zu sehen, aber immer wenigstens Spuren.

Hiernach möchte ich schliessen, dass diese Kerne ihrem wesentlichen Baue nach ebenso beschaffen sind wie die übrigen, die hier beschrieben werden; nur dass ich es offen lassen muss, ob man den grossen, meist centralen Körper als reinen Nucleolus, oder als einen Netzknoten um einen Nucleolus ansehen soll. Ferner aber muss ich es auch offen lassen, ob diese Kerne sich, wie es Auerbach voraussetzt, in natürlichem Zustande befinden. Ich glaube, man kann dies nicht ohne Weiteres von einem Kern annehmen, der aus seinem Zellenkörper ganz oder theilweise befreit, in einem Gemisch von Blut, Galle und Lymphe schwimmt. Da ich früher so scrupulös gewesen bin, den gleichen Zweifel bei meinen eigenen frischen Kernpräparaten von Anodonta und Unio zu stellen (22 und 23), so darf ich ihn mir wohl auch hier gestatten. Es wäre denkbar, dass das eben beschriebene Bild dieser Kerne, mit ihrer scharfen Membran, ihrem deutlichen Innenkörper und ihren recht blassen Strängen, schon eine Veränderungserscheinung ist.

Kerne des menschlichen, frisch abgeschabten Mundepithels (Innenfläche der Lippe).

Diese bekannten Kerne waren eines der Objecte Frommann's (30 p. 33, vergl. unten im Schlussabschnitt). Ich habe sie mit denselben Linsen wie die vorigen und stets beim besten Licht untersucht, und suche in Fig. 3 Taf. XV möglichst den Eindruck wiederzugeben, den sie mir machen. Dass grössere und kleinere mehr glänzende Kerne vorkommen, finde ich wie Frommann, aber auch so viele Uebergänge, dass ich danach nicht gerade zwei Arten aufstellen möchte. Die kleinkernigen werden den obersten Schichten angehören, in denen die Kerne mehr geschrumpft und wohl schon im Absterben sind; an diesen ist auch, wie Frommann mit Recht angiebt, das Aussehen ein mehr „massives", „sie zeigen weniger deutlich Körnchen und Fasern". Die grösseren Kerne (nach solchen die Figuren) finde ich im Wesentlichen der Beschreibung Frommann's entsprechend: man sieht vereinzelte, aber deutlich gewundene oder geknickte Fasern, andere, die wie aus aufgereihten Körnchen zu bestehen scheinen; die Nucleolen sind scharf, zuweilen rund, zuweilen sehr unregelmässig geformt. Um die ganzen Kerne geht ein heller Hof, der in einzelnen Fällen

so schmal ist, dass er nur einem Randreflex entspricht, in anderen aber (und dies besonders oft bei den kleinen, massiveren Kernen) so breit (Fig. 3a), dass hier eine Losschrumpfung des Kerns von dem Zellenkörper angenommen werden kann, wie sie bei andern Kernen durch Reagentien erzielt wird (s. u.). (Ich meine, dass diese Kerne der obersten Schichten als lebendig kaum mehr gelten können.)

Abweichen muss ich von Frommann darin, dass ich diese hellen Säume nirgends von Fasern durchsetzt finde, die das Innere des Kerns mit dem Zellleib verbänden. Es liegen öfter Körnchen, wie sie der Zellenleib führt, einzeln ganz an den Kern gedrängt, so dass sie in den Lichthof um den Kern fallen, oder — wo solche vorhanden ist — in der Spalte um den Kern liegen (Fig. 3 b, d) und ferner kommen Kerne vor mit zackigen Umrissen (Fig. 3 c'). Beides kann wohl den Anschein von austretenden Fasern hervorrufen; sicher solche zu sehen, ist mir beim besten Licht und mit Hartn. Imm. 12 nicht gelungen.

Wir haben es hier, Alles in Allem, mit einer sehr compacten und für die Untersuchung der Structur wenig günstigen Kernform zu thun. Ich möchte hier nicht zu entscheiden wagen, ob die Fadenbruchstücke, die man sieht, Theile eines zusammenhängenden Reticulum sind, dessen übriger Theil durch wirkliche Körnchen des Kerns verdeckt wird; oder, ob sie frei liegen; oder endlich, ob die ganze Körnigkeit nur Schein ist und einem sehr dichten Fadenwerk entspricht. Alles Dreies scheint mir nach dem, was ich an dem Object sehen kann, möglich; für allgemeine Schlüsse über die lebende Kernstructur möchte ich diese Kerne nicht verwerthen, da man bei diesem geschichteten Plattenepithel, das in solchem Maasse abgestossen wird, nicht wissen kann bis in welche Schichten die Zellen noch wirklich lebendig zu nennen sind.

B. Erscheinungen des Absterbens und Wirkungen von Reagentien an Kernen.

Todeserscheinungen. An den verschiedenen besprochenen Kernarten, wie auch an andern Objecten, kommen Zustände zur Beobachtung, die man wohl ruhig mit obigem Namen belegen darf, wenn es dabei auch offen bleiben muss, ob sie allein durch das Sterben der Zell- und Kernsubstanz, oder ob sie zugleich

durch das Eindringen des Untersuchungsmediums entstehen, welches durch den Tod der Zelle ja erleichtert sein kann.

Man findet solche Formen an den verschiedensten Kernen in Menge, wenn man z. B. ein frisches Larven- oder Blasenobject von Salamandra o. A. längere Zeit vor dem Trocknen geschützt stehen lässt; oder wenn man Theile von verschiedenen Organen derselben oder anderer Thiere in Jodserum, oder 0,75 pct. Kochsalzlösung, oder sehr schwachen Chromkalilösungen zerzupft; oder wenn man, wie es jeder Histiologe oft gethan hat, frische Membranen, z. B. Mesenterien, mit den genannten, s. g. indifferenten Zusatzflüssigkeiten eindeckt und darin absterben lässt.

Was sich dabei an den Kernen verändert, ist im Wesentlichen Folgendes: die vorher zarte Kernmembran tritt als ein dicker, glänzender, oft nach Innen rauher Contour auf; die Kernkörper, Knoten und Netzstränge erleiden eine gleiche Verschärfung, Verdeutlichung, aber auch zugleich oft so unregelmässige Anordnungen (Durchbrechungen, Vacuolen) gegenüber dem lebenden Zustand, dass man eine morphologische Verschiebung des letzteren annehmen muss. Vacuolenbildung in den Zellen und auch in den Kernen tritt häufig auf. — Man findet aber keineswegs alle Kerne in einem Präparat gleichzeitig so verändert; es können an vielen zunächst ähnliche Quellungserscheinungen auftreten und lange bestehen, wie ich sie oben (Abschn. 1 A) als Wasserwirkung auf die Zellen der Kiemenblätter beschrieb; und können sich bald hier bald da länger erhalten. Es lassen sich diese Verschiedenheiten dahin verstehen, dass die einen Kerne, durch Lage, umgebende Theile vor allzu rascher Wirkung des Mediums geschützt, nicht so rapid verändert werden wie die anderen; gerade an ganz befreiten Kernen, oder sehr oberflächlich gelegenen, beobachtet man besonders die Veränderungsform, die im Anfang dieses Absatzes besprochen ist.

Es ist jedoch auch möglich und dann hier mit in Betracht zu ziehen, dass der eine Kern widerstandsfähiger sein kann wie der andere. Man kann verstehen und wohl sogar erwarten, dass die Kerne verschiedener Zellenarten in dem Verhalten beim Absterben auch Verschiedenheiten zeigen werden, da doch anzunehmen ist, dass nicht alle Kernarten einander chemisch und morphologisch absolut gleich beschaffen sind, und dass ferner auch noch ver-

schieden physiologische Zustände, in denen sie vom Tode betroffen werden, mitspielen können. Darauf will ich hinweisen zur Beurtheilung der zahlreichen Varianten, die für die gegebene kurze Beschreibung der Todeserscheinungen noch constatirt werden müssten, bei denen ich hier aber nicht verweilen will.

Diese Verschärfungen, aber auch Verzerrungen der lebenden Kernstructur durch den Tod waren mir von der Salamanderblase her lange bekannt, ich habe sie an früherem Orte (23) gar nicht erwähnt, weil mir eine Verwechselung dieser Formen mit den blassen, lebenden Kernen ausser Frage zu sein schien. Ich bin hier auf die Sache näher eingegangen, weil Dinge, die sich darauf beziehen, seitdem zur Sprache gekommen sind. Langhans (51) beschreibt, dass an der überlebenden menschlichen Decidua die Kerne der Zellen anfangs homogen aussehen und keine Spur von geformten Dingen im Innern zeigen, dass aber mit dem Absterben zunächst Vacuolen im Kern und Verschärfung seiner Membran, dann aus den Septen zwischen den Vacuolen ein Balkenwerk, endlich aus diesem durch Concentrirung auf wenige Knotenpuncte isolirte Körper entstehen, welche Langhans den Kernkörperchen gleichstellt. Er schliesst, dass an diesem Object alle geformten Dinge im Kern postmortale Erscheinungen seien. An der Genauigkeit von Langhans' Beobachtungen zweifle ich so wenig, dass ich eine Wiederholung derselben für unnöthig hielt; es giebt ja Zellen genug (vergl. oben: Kiemenblattepithel und Blase von Salamandra, unten: Larve von Triton), an denen sogar die Kerne selbst im Leben unsichtbar sind, es kann also nicht befremden, wenn sich viele Objecte finden, an denen auch von Netz und Netzknoten und Nucleolen im Leben gar nichts zu sehen ist. Ich habe mich über Langhans' Mittheilungen schon an anderer Stelle (24) kurz geäussert und glaube von einer weiteren Erörterung absehen zu können unter Hinweis auf die obige Beschreibung und auf die Figuren auf meiner Taf. XV hier, worin ja lebende Kerne mit Strängen, Netzen, Netzknoten und Kernkörperchen in ziemlicher Zahl demonstrirt sind; sowie auf die Kernkörperchen in Kernen lebender Anodontenkeime (l. c. 24) und so viele andere, ähnliche Beobachtungen Anderer.

Stricker (69 p. 17) erwähnt ebenfalls „es sei ein Unterschied zwischen dem scharfgezeichneten Reticulum des todten Kerns und demjenigen des lebenden".

Man kann selbst noch an guten gefärbten Präparaten sehr oft deutlich unterscheiden, ob ein Kern in diesem abgestorbenen, oder in natürlichem Zustand vom Reagens fixirt worden ist.

„Indifferente" Reagentien. Ich habe vorher das Jodserum und die „physiologische" Kochsalzlösung auch als Mittel angeführt, durch die man den Kernen die eben beschriebenen Todesformen geben kann. Eben dasselbe kann auch durch Serum, Humor aqueus, Lymphe erzielt werden. Wo man die Präparate

so einrichtet, dass diese Medien rasch und direkt in einen Zellenkörper oder gar an einen freigelegten Kern dringen können, besonders bei Zerzupfungspräparaten, da erhält man am Letzteren auch Leichenerscheinungen der eben beschriebenen Art und hat kein Recht, sie als Ausdruck von Strukturen zu nehmen, so weit sie nicht mit dem lebenden Befund sich in sichere Deckung bringen lassen. Dies ist ja allerdings, wie das Obige zeigt, bis zu einem gewissen Grade der Fall. — Dass diese Flüssigkeiten und in specie das Jodserum keine unschuldigen Reagentien sind, darin muss ich mich Auerbach (l. c. 3 p. 17)[1]) durchaus anschliessen, welcher diese Medien für „schwache Erhärtungsmittel" erklärt. Wenn man in all diesen Medien stunden- bis tagelange Beweglichkeit von Flimmercilien, und langdauernde Mobilität von kriechenden Zellen beobachten kann, so beweist das gar nicht, dass andere empfindlichere Zellenarten, und gar die Kerne nicht dabei schon lange getödtet oder in ihrer Struktur verändert sind; man braucht nur in einem Präparat von in Jodserum macerirtem, abgeschabtem Flimmerepithel aus dem Froschmund die vielen Wimperzellen und -Zellenbruchstücke zu betrachten, deren Härchen sich noch lebhaft bewegen, und deren Plasma und Kern dabei oft in der jämmerlichsten Weise verändert, vacuolisirt oder gequollen ist: um zu urtheilen dass die Bewegung von Wimperhaaren nicht einmal ein Kriterium für die Intactheit der Zelle giebt, an welcher sie selber sitzen.

Ich habe mich deshalb mit allen diesen Mitteln nicht viel aufgehalten, da für meinen Gegenstand das lebende Object sie entbehrlich macht. — Ich darf aber auch erwarten, dass man für eine eventuelle Controlirung meiner Angaben nicht an beliebigen Zellen zum Jodserum oder Humor aqueus greifen wird; in solchem Falle könnte ich vorhersagen, dass man theils verschärfte todte Netze in allerlei Formen, theils isolirte Kernkörperchen finden würde, aber gewiss nicht immer das, was hier als der Naturzustand geschildert ist.

---

1) „Und zwar bekommen unter ihrer Einwirkung die Kernwandung, die Nucleoli und die Körnchen ein etwas dunkleres Ansehen und erfahren eine geringe Schrumpfung etc.", was sich vollkommen auf die hier beschriebenen Leichenveränderungen beziehen lässt.

Eine kurze Skizze der Wirkung einiger der folgenden Reagentien, auch der Chromsäure, auf Kerne gab ich früher (l. c. 23 p. 699 ff.). Es schien aber nöthig sehr ausgedehnte Nachprüfungen zu machen, deren Hauptergebnisse ich hier folgen lasse.

Osmiumsäure ($^1/_{10}$—2 pCt.). So gut und getreu sie bekanntlich Zellenformen conservirt, erhält sie den Kern doch keineswegs naturgetreu. Sie äussert an ihm vor Allem jene quellende Wirkung, die auch dem Wasser bei langsamem Eindringen zukommt: der Kern erhält damit eine regelmässig kuglige, ellipsoide oder ovoide Form (Fig. 12 Taf. XV, vergl. Fig. 1c', Fig. 2d). Sie lässt ferner die Nucleolen sehr scharf hervortreten, und zwar meistens nicht, wie langsame Wasserwirkung, in unregelmässiger, sondern in runder Form (s. ebenda). Der Zwischensubstanz des Kerns giebt sie eine starre Gerinnung und macht sie derart lichtbrechend, dass die Netze darin gewöhnlich ganz, oder bis auf Spuren verschwinden (ebenda); doch kann man dieselben bei Anwendung stärkerer Säure und Reduction am Licht kenntlich hervortreten machen, wobei Färbungen noch unterstützen (Hämatoxylin, nach kurzer Säurewirkung, gutem Auswaschen und Stehen am Licht).

Präparate der letzteren Art, in denen man das Gerüst und ausserdem noch die Nucleolen dargestellt sieht, beweisen endgültig, dass auch an solchen Kernen, wo das Gerüst nicht zu sehen ist (Fig. 12), unmöglich anzunehmen ist, es sei das ganze Gerüst zu den wenigen Kernkörpern zusammengeschrumpft, die man sieht. Schon das Massenverhältniss beider Dinge würde übrigens solchen Glauben ausschliessen.

Pikrinsäure (concentrirt oder schwächer) und Chromsäure (0,1—0,5 pCt.). Sie sind nach meinen Erfahrungen die besten Reagentien, um, unter Zuhülfenahme von Tinction (s. u.) den Zustand des Kerns möglichst naturgetreu zu fixiren. — Stärkere Chromsäurelösungen sind wegen der schrumpfenden Wirkung zu widerrathen.

An einem ungefärbten, oder auch gefärbten Chromsäure- oder Pikrinsäure-Object kann man aber zwei recht verschiedene Arten von Bildern haben. In einem Falle sind die Netzstränge und -Knoten deutlich erkennbar, wenn auch oft blass, und treten vollends bei Tinctionen (Fig. 2a, 23c, 1a Taf. XVII) aufs Deutlichste und Schärfste hervor, indem sie, und vorwiegend die Netzknoten, stärker gefärbt sind. Dann sind die wahren Nucleolen bald erkennbar, bald auch nicht, indem sie in den Netzknoten verborgen blei-

ben. Ausserdem zeigt, besonders an Chromsäurepräparaten, der ganze Kern eine feine und dichte Granulirung (Fig. 2a Taf. XVII), in der sich oft wieder feine Fädchen auf eine Strecke weit erkennen lassen. Im anderen, häufigeren Fall sieht man nichts Anderes, als diese Granulirung, und hie und da Fädchenbruchstücke in derselben; und ferner, ausserordentlich scharf und glänzend hervortretend, die Nucleolen (Fig. 9 Taf. XV, 26 Taf. XVII, 15 Taf. XVIII). An Tinctionspräparaten erscheinen in diesem Fall die letzteren scharf gefärbt, die übrige Masse des Kerns viel blasser (s. ebenda).

Wenn man einen Kern der letzteren Art vor sich hat, sollte man kaum glauben, dass derselbe ein Reticulum enthält. Und doch ist es da. Man kann es sich an demselben Kern (der ja doch durch die Säure fixirt ist) in schärfster Farbe herstellen, wenn man ihn mit Anilin, oder in richtiger Weise mit Hämatoxylin tingirt (Fig. 2a, 1a Taf. XVII), oder auch es sich vor Augen bringen, wenn man mit Alkohol durchtränkt, mit ätherischem Oel aufhellt und während der Aufhellung beobachtet. Letzterer Versuch ist besonders schlagend. Indem das Oel in den Kern eindringt, sieht man (Fig. 8a Taf. XV) das schärfstgezeichnete Netzwerk mit glänzenden Balken und Knoten: offenbar deshalb, weil diese Theile noch Alkohol zurückhalten, während derselbe aus der Zwischensubstanz schon verdrängt ist. Allmählig erblassen die Stränge und Knoten (Fig. 8a unten) und verschwinden, indem der Alkohol sie verlässt, ganz in der feinkörnigen blassen Masse (Fig. 8b); falls sie nicht durch geeignete Färbung mit den oben genannten Mitteln markirt waren (s. die Erklärung der Fig. 8 Taf. XV).

Und aus einem Kern, wie in Fig. 2a Taf. XVII, mit schärfstem tingirtem Netzwerk, kann man sich wiederum einen Kern wie in Fig. 2b ebenda herstellen, wenn man das Safranin mit Alkohol, resp. das Hämatoxylin mit verdünnter Salzsäure noch weiter auszieht. Es erscheinen dann die wahren Nucleolen, die allein gefärbt, scharf und glänzend in der abgeblassten Masse zurückbleiben. Ein Vergleich der beiden Figuren, sowie von Fig. 8a und b Taf. XV, ergiebt ohne weitere Worte, dass die Nucleolen vorher in den Balken resp. Knoten gesteckt haben, aber keineswegs mit letzteren identisch waren, und ebenso wenig daran zu denken ist, dass das ganze Netzwerk auf sie zusammengeschrumpft wäre.

Ich kann nicht mit Sicherheit sagen, ob man die feinen Körnchen, welche diese Säuren wie gesagt im Kern zeigen (s. die

Figuren), und von welchen man im Leben nichts sieht, als präformirt oder als Gerinnungen betrachten soll. Ich nehme, obwohl eine granuläre Structur der Zwischensubstanz des Kerns nicht unmöglich ist, das Letztere an, da die Körnungen ziemlich variabel in ihrer Dichtigkeit sind. Man sieht auch nicht immer bloss gleichmässig vertheilte Körner, sondern oft dazwischen Fadenbruchstücke, vielleicht durchschimmernde Theile des Netzes und Aufreihungen von Körnchen (Fig. 9 Taf. XV).

Wie soll man sich nun das in der That seltsame Verhalten erklären, dass in den einen Fällen (Fig. 9, 10, 8b Taf. XV) die Nucleolen so deutlich hervortreten und das Netz unkenntlich bleibt, in den anderen (Taf. XVII Fig. 2a, 1a, Taf. XV Fig. 8a) das Umgekehrte der Fall ist? Die eventuelle Annahme, dass die Netze Gerinnungen seien, würde hierbei zu gar nichts helfen und gar nicht in Betracht kommen. Denn in Fig. 8a b Taf. XV haben wir z. B. einen Kern, der ein für allemal durch Chromsäurehärtung fixirt ist, und in dem wir uns je nach dem Durchtränkungsmittel beliebig bald den einen, bald den anderen Zustand darstellen können. Beide Dinge, Nucleolen und Netz, sind also hier nebeneinander da, und bald sieht man das eine, bald das andere. — Die beste Erklärung, die ich mir zu machen weiss, ist folgende: Ich nehme an, die Nucleolen haben grösseren Brechungsindex wie das Netz, und dieses hat nur sehr wenig grösseren, wie die Zwischensubstanz des Kerns. Aber das Netzwerk hat eine sehr unregelmässige Oberfläche. Durch die Reflexion an dieser unregelmässigen Grenze der Netzbalken und der Zwischensubstanz, also zweier etwas verschieden brechender Medien, wird im Leben (und noch weit mehr natürlich unter Verhältnissen wie in Fig. 8a Taf. XV) so viel Licht abgespiegelt, dass dadurch die in dem Netzwerk steckenden Nucleolen eben undeutlich werden. (In vielen Fällen sieht man sie ja am lebenden Kern trotzdem, vergl. Abschn. 1. A. a.) Durchtränken wir nun Alles mit ätherischem Oel: der geringe Brechungsunterschied des Netzwerks und der Zwischensubstanz wird dadurch gerade so gut wie beseitigt und das erstere verschwindet; der etwas grössere Brechungsindex der Nucleolen macht sich noch trotz der Aufhellung geltend und lässt sie hervortreten (Fig. 8b)[1].

1) Uebrigens sind sie in dieser Figur, lediglich demonstrandi gratia, noch etwas stärker aufgetragen wie dem Object entspricht.

Dem entsprechend lässt sich nun auch jene Art der Chromsäurewirkung deuten, bei der nur, oder fast nur die Nucleolen zu sehen sind, und ebenso die Osmiumwirkung (Taf. XV Fig. 12). Man hat dann nur anzunehmen, dass hierbei durch die Gerinnung der Zwischensubstanz des Kerns ihr Brechungsindex vergrössert wird, und auf diese Weise, ähnlich wie im vorigen Fall, eine Ausgleichung des Brechungsunterschiedes zwischen Netzwerk und Zwischensubstanz bewirkt wird. Wenn man nun weiter annimmt, dass die Gerinnung der Zwischensubstanz unter Umständen weniger compact ausfallen, also auch weniger stark brechen kann, so hätte man eine Erklärung für die selteneren Fälle, in denen man, wie gesagt, an Chromsäurekernen auch ohne Tinction deutliche Netze sieht.

Die Tinctionsfähigkeit der Nucleolen ist entweder etwas grösser, oder eben so gross, wie die des Netzwerks. Wenn das Letztere scharf gefärbt ist (Fig. 7 Taf. XV, 1a, 2a Taf. XVII), so ist es verständlich, dass sie darin nicht distinct hervortreten. Für das Zurückbleiben gefärbter Nucleolen aber nach entfärbtem Netzwerk (Fig. 2 b Taf. XVII) scheint mir folgende erklärende Annahme die beste: die wahren Nucleolen bestehen aus einer Substanz, die die Farbstoffe stärker aufnimmt und zurückhält wie das Netzwerk; dieses wiederum fasst und hält sie stärker wie die Zwischensubstanz. Wenn ich daher einen ganz stark und diffus gefärbten Chromsäurekern (Safranin) wieder ausziehe (mit Alkohol), so wird zuerst die Zwischensubstanz von Farbe befreit (Fig. 2 a Taf. XVII), dann auch das Netzwerk; und dabei halten die Netzknoten, wie begreiflich, die Farbe länger wie die dünneren Balken. Daher die fleckigen Bilder, die ich schon früher (23, p. 702) von solcher Behandlung beschrieben und entsprechend gedeutet habe. Weiter bleiben nur die Nucleolen zurück (Fig. 2 b Taf. XVII, Fig. 10 Taf. XV), endlich werden auch diese ausgezogen. — Alle diese selben Bilder kann man nun mit anderen Tinctionsmitteln umgekehrt ohne Wiederausziehen, durch den verschiedenen Grad der ursprünglichen Färbung erreichen, so an Chromsäure- und Pikrinobjekten durch Hämatoxylin.

Hiernach ist es ohne Weiteres verständlich, dass man an Tinctionspräparaten sehr variable Bilder bekommen kann, je nachdem mehr oder weniger Farbe aufgenommen, resp. zurückgelassen worden ist. An einem und demselben Kiemenblättchen sind die

einen Kerne ganz ausgezogen und zeigen das Bild der Fig. 2 b, die andern noch das der Fig. 2 a Taf. XVII.

Und man lernt an den Objekten sehr bald, dass die Kerne der einen Zellenart mehr Neigung haben, den Farbstoff in ihrem Netz festzuhalten, wie die der anderen. Wo z. B. an einem Kiemenblatt die Kerne des ganzen Epithels „homogen-körnig" aussehen und nur Kernkörperchen zeigen, haben die Bindesubstanz-Gefäss-Nerven- und Knorpelkerne noch schöne und deutliche Netze. Etwas längere Alkoholwirkung und auch diese verschwinden. Besonders leicht geben die Kerne der zweiten Epithelschicht (merkwürdigerweise gerade nicht die der oberflächlichsten) den Farbstoff an den Alkohol ab, man trifft es deshalb bei Anilintinctionen fast niemals, dass in ihnen Netze zu sehen sind. Dass diese ihnen nicht etwa fehlen, kann schon jedes Essigsäurepräparat lehren.

Die äussere Form der Kerne wird auch von der Pikrin- und Chromsäure nicht ganz unverändert gelassen. Kerne, die lebend buchtige Umrisse haben (Fig. 1 Taf. XVI), nähern sich durch ihre Wirkung ebenso, wie durch andere Reagentien, mehr der rundlichen Form, doch weniger, wie bei Wasser-, Osmium- oder Chromsalzwirkung. Vielfach ist nach Anwendung jener Säuren auch der ganze Kern ein wenig geschrumpft und durch einen schmalen hellen Raum vom Zellplasma getrennt: ohne Zweifel ein Artefact. Denn man kann oft eine solche Trennung auch an einem Chrom- oder Pikrinpräparat erzielen, an dem sie anfänglich nicht vorhanden war, wenn man es rasch in stärkeren Alkohol oder in Glycerin überträgt [1]).

Die Pikrinpräparate schimmeln leicht, etwas Campher schützt dagegen. In angeschimmelten und gefärbten Präparaten finden sich vielfach Kerne in der Weise verändert, die in Fig. 15 Taf. XV gezeigt ist: scharfgefärbte, klumpige Massen sind besonders der Membran angelagert, im Innern öfter noch verwaschene blasse Stränge und Massen. Sie sind leicht von den natürlichen Zuständen zu unterscheiden; doch habe ich Präparate, die nur Spuren von Schimmel zeigten, überhaupt bei Seite gelassen.

---

1) Um bei den Färbungen recht gute Conservationen zu behalten, pflege ich die verschiedenen Durchtränkungen der Präparate immer allmählig zu machen.

Das Günstige, was ich über die conservirenden Eigenschaften dieser Säuren sagte, gilt nicht für alle Kernarten. Die Kerne der rothen Blutzellen werden durch sie in sehr eigenthümlicher Weise verändert. Chromsäure macht sie grösstentheils hellglänzend, compact, undeutlich körnig, zum andern Theil bleiben sie grösser, wobei sich aber der Farbstoff der Blutscheibe in den Kern hineinzieht — unter sehr eigenthümlichen Bildern, die sich an Bekanntes anschliessen und die ich a. and. Orte zu beschreiben denke. Pikrinsäure erhält die Kerne der Blutkörper besser, macht sie aber schrumpfen, und oft auch homogen.

Pikrinsaure Salze (Kali, Natron und Baryt), die ich versuchte, haben mich vollständig enttäuscht. Sie äussern auf die meisten Gewebstheile und speciell auf die Kerne eine stark quellende Wirkung, bis zur Zerstörung aller Natur.

Essigsäure (und ebenso andere organische Säuren, Salzsäure, Salpetersäure) macht die Netze und die Kernmembran sehr stark lichtbrechend und etwas rauh contourirt; die Stränge glänzen so stark, dass man meistens die Nucleolen nicht darin sieht, Glycerinaufhellung oder geeignete Färbung machen sie aber erkennbar. Die Gesammtform der Kerne wird durch schwache Essigsäuren meistens leidlich erhalten, durch stärkere mehr als durch Chrom- und Pikrinsäure verzerrt.

Goldchlorid (Reduction a. nach Cohnheim, b. nach Hénocque, oder modificirt mit Reduction in kalter verdünnter Weinsteinsäure, giebt oft schöne Nervenfärbungen; c. nach Löwit, Ameisensäure-Gold-Ameisensäure).

Die gewöhnliche Wirkung in Bezug auf die Kerne ist die negative, d. h. es wird das Zellplasma roth oder violett, während sämmtliche Theile des Kerns ungefärbt bleiben. (Dies auch häufig bei sonstiger scharfer Nervenfärbung). — Solche negativ vergoldete Kerne geben fast genau das Bild der eben besprochenen Essigsäurewirkung, nur ist die Form des Kerns schöner erhalten (oft sogar die Buchten der lebenden Epithelkerne, Fig. 11 Taf. XV, Fig. 1 Taf. XVI, ziemlich getreu conservirt); die Netzbälkchen und -Knoten stark glänzend und rauh, Nucleolen selten deutlich zu erkennen (Fig. 11 Taf. XV, vergl. Erkl.).

Bei den seltener auftretenden, positiven Goldbildern der Kerne ist das Binnengerüst und die Membran des Kerns mehr oder minder durch Goldniederschläge gefärbt, gegenüber dem

Negativ oft etwas geschrumpft, Nucleolen nicht gerade öfter wie an jenem deutlich. Auch die Zwischensubstanz des Kerns hat Goldfarbe, in verschiedenen Nuancen.

Die Silberbilder der Kerne sind so wechselnd, so sehr aller Berechnung spottend und zum Theil so sonderbar, dass ich ein Urtheil darüber, was hier Natur und was Zufall ist, noch nicht geben will und die Besprechung verschiebe.

Alcohol absolutus oder dilutus. Die Wirkung ist im Ganzen die der Chromsäure (gleichmässig dichte Gerinnung, oder auch mehr weniger deutliche Netze). An Tinctionspräparaten kann man dieselben Resultate wie dort bekommen (s. o.). Die Kerne schrumpfen aber in Alkohol oft (unberechenbar!) so stark, dass ich ihn wenig gebraucht habe.

Chromsaure Salze (Kali und Ammonium bichromicum, Ammonium chromicum neutrale).

Die Verhältnisse, die sie an den Kernen hervorbringen, weichen besonders weit vom lebenden Zustand ab, so weit, dass man sie stark in den Verdacht der Fälschung nehmen muss.

Nur in sehr schwachen Lösungen geben die Chromsalze ähnliche Kernbilder, wie die Chromsäure. Kalibichromat von $^1/_2$—4 pCt. liefert dagegen überall die Form der Netze, die ich früher (23) schon nach Abbildungen beschrieben habe und deshalb hier nur in wenigen Figuren darstelle (Fig. 13, 14 a. b. c. Taf. XV). Sie sind für Hämatoxylin stark tingirbar, wie auch die Kernwand, doch färbt sich auch die Zwischensubstanz in schwächerer Nuance, immer auch diese viel mehr wie das Zellplasma. Auffallend ist an den Bildern gegenüber dem lebenden Zustand besonders die fast überall gleichmässige Dicke der Netzbälkchen (doch giebt es in vielen Kernen deutliche Anschwellungen und verdickte Knotenpunkte (Fig. 14 b); ferner die scharfe Abgrenzung und der Glanz der Bälkchen; die gleichmässige Ausdehnung des Netzwerks durch den Kernraum; endlich, bei vielen Kernen, die Abwesenheit oder doch die Unsichtbarkeit der Nucleolen. In einzelnen Fällen jedoch sind solche kenntlich und es ist natürlich anzunehmen, dass sie auch in den übrigen vorhanden sein und nur in geschrumpfter Form, in den selbst geschrumpften Bälkchen sich irgendwo verstecken. Ich verweise hier auf meine früheren Angaben (23 p. 699).

Das einfach chromsaure Ammon (3—5 pCt.) bringt überall bei Salamandra (auch bei andern Amphibien, Säugethieren) ganz

ähnliche Kernbilder hervor wie das Kali, wie dies kürzlich E. Klein (47) genau beschrieben hat. Ich finde als Hauptunterschied nur den, dass die Gesammtform der Kerne durch das neutrale Salz viel mehr leidet wie durch die sauren; die Kerne quellen in ersterem auf, werden bucklig und verzogen (s. viele Figuren Klein's l. c.), wenn auch nicht überall, so doch in viel höherem Maasse wie beim sauren Kalisalz. Ferner pflegen die Bälkchen nach Anwendung einfach chromsauren Ammons noch feiner zu sein wie nach Kali bichromicum.

Das Kalibichromat und das letztere Salz bringt ferner sehr häufig noch weitere Veränderungen hervor, indem in dem Netzwerk an einer oder mehreren Stellen Fäden zerreissen und so mehr oder weniger grosse Lücken, wenn man es so ausdrücken will, Vacuolen in dem Netzwerk entstehen und dessen übrige Masse zusammendrängen, so dass scheckige Kernbilder entstehen, wie in Fig. 14 a Taf. XV — oft mit regelmässigen runden Vacuolen, siehe rechts in derselben Figur grösser gezeichnet. Der Inhalt der Vacuolen ist in eben dem Grade tingirbar, wie sonst die Zwischensubstanz von Kernen. — Ferner kommt es sehr oft vor, dass das Chromsalznetzwerk von der Kernwand ganz oder fast ganz losschrumpft und frei im Innern liegt (Fig. 13, mehrere der Leukocyten), so dass dann ein heller Ring Membran und Netzwerk trennt. — Die beiden eben erwähnten Verzerrungen sind nicht etwa auf einen ganz besonderen, physiologischen Zustand der betreffenden Kerne zu beziehen: denn bald findet man in einer Harnblase alle Kerne so verändert, bald nur einen Theil, bald endlich lauter Formen wie in Fig. 14 b u. c.

Ich habe die Kernnetze des Kalibichromats früher ohne Weiteres als Repräsentanten eines natürlichen Zustandes aufgefasst, obschon ich nicht verschwieg, dass die Anordnung der lebenden und der Reagentiennetze — und ich hatte dabei besonders das Kali bichromicum im Auge — sich nicht vollständig decke (l. c. 23 p. 705). Jene Auffassung mag darin eine Stütze finden, dass jetzt auch ein so trefflicher Mikroskopiker, wie E. Klein, kein Bedenken trägt diese Bilder als Ausdruck der Natur zu deuten. Ich bin jedoch nach meiner ersten Publication zweifelhaft geworden, in wie weit man den Chromsalzbildern trauen dürfe, und ob es nicht möglich sei, dass diese Mittel zunächst eine vollständige Lösung des Kerninhaltes, und darauf eine

vollständig frei anschiessende netzförmige Gerinnung darin, zu Wege bringen. Ich habe also ihre Einwirkung direct studirt, ich liess zunächst etwas Blut direkt aus dem Herzen eines Salamanders in ein Tröpfchen Kalibichromat von 3 pCt. fliessen, deckte ein und beobachtete (bei gutem Licht!) die rothen Blutzellen. Sie sehen anfangs, 5 bis 15 Min. nach dem Anfertigen, genau so aus, wie im ganz frischen Blut ohne Zusatz: die Kerne mit einer sehr verwaschenen Zeichnung, die den Eindruck einer Granulirung macht[1]). Diese Zeichnung nun verschwindet nicht, sondern geht ganz allmählig in die eines immer schärfer werdenden Netzgerüstes mit Verdickungen über. Es ist also eine Lösung des Kerninhaltes hier nicht anzunehmen und eine Deutung des Netzwerks als reine Gerinnung wird durch den Versuch nicht gestützt. — Ich habe ferner die gleiche Prüfung an der lebenden Harnblase gemacht, indem ich sie mit Kalibichromatlösung eindeckte. Auch da werden die Kerne der Endothelien, Bindegewebszellen etc. nicht homogen, sondern bewahren eine Zeit lang die blasse Netzzeichnung des lebendigen Zustandes[2]), um dann ganz allmählig in die scharfe Reticulirung überzugehen, die den Chromsalzpräparaten eigen ist. Oft bleiben dabei grössere Netzknoten und Kernkörper noch eine Zeitlang kenntlich, während das scharfe Netz sich schon anlegt. Bei einer Zellenart endlich, bei den farblosen Blutzellen, spricht das Verhalten des Kerns ganz besonders dafür, dass die Chromsalzbilder im Anschluss an die Natur entstehen. Hier hat das Chromkalinetz — abgesehen davon, dass es auch hier häufig von der Wand losgelöst erscheint — in der That meistens ganz ähnliche Form und auch Dicke der Balken, wie das lebende oder das durch Essigsäure erzielte, und da letzteres hier sehr spärlich aber auch sehr deutlich ist (Fig. 1 n—q, Fig. 13 Taf. XV), kann man den Uebergang des einen in das andere bei Chromkalibehandlung auch genügend direkt verfolgen. Es ist in dieser Hinsicht auch schon der Vergleich der Bilder beweisend, welche die Leukocyten

1) Fig. 1h Taf. XV, lebende rothe Blutzelle, stammt von der Larve, wo Zusammenhänge des Netzwerks deutlicher sind wie bei den Blutzellen des erwachsenen Thieres. S. o.

2) Wie l. c. (23) und hier ausgeführt, ist dieselbe nicht an allen Kernen gleich deutlich, an manchen gar nicht erkennbar; man muss sich im obigen Fall natürlich solche Kerne zur Beobachtung aussuchen, an denen man sie deutlicher sieht.

von langgestreckter Lage (Fig. 1 o und Fig. 13, b d Taf. XV) im Leben und nach Chromsalzbehandlung zeigen: in beiden Fällen sieht man auch dieselbe langgestreckte, parallel-faserige Anordnung der Netzzüge im Kern: es bleibt da doch wohl nichts übrig als die Annahme, dass auch am fixirten Präparat die Stränge in diese Lage durch die Streckung der lebendigen Zelle gekommen sind! Wenn sie frei angeschossene Gerinnungen wären, so sollten sie doch in den langgestreckten Wanderzellen auch einmal als gleichmässige Reticulirung erscheinen, und nicht immer, wie es doch der Fall ist, im Sinne der ganzen Zellengestalt in die Länge gezogen sein.

Aus diesen Gründen muss ich mich an die Annahme halten, dass die Chromsalznetze im Kern im Anschluss an die bestehende Structur entstehen, wenn es auch die Frage sein kann, wie weit sie mit dieser identisch zu nennen sind. Dass sie aber nicht naturgetreu das Bild des lebenden Kerns wiedergeben, das steht mir ausser Zweifel. Dies um so mehr, weil die in Theilung befindlichen Kerne ganz unfraglich durch die Chromsalze sehr eingreifend verändert werden[1]). Ich kann nicht ausschliessen, muss es vielmehr für sehr glaublich halten, dass sich durch diese Mittel an das geschrumpfte Netzwerk noch strangförmige Gerinnungen aus der Zwischensubstanz anschliessen. Deshalb habe ich mich auch dieser Reagentien beim Studium des Kerns zunächst nicht weiter bedient; und deshalb möchte ich auch E. Klein nicht folgen, wenn er mit ihrer Hülfe (Ammon. chrom.) weitere Structurverhältnisse des Plasma, und Zusammenhänge derselben mit den Kernnetzen verfolgt. Ich kann das von Klein Beschriebene aus eigener Erfahrung bestätigen; ich finde, bei Befolgung seiner Me-

1) Gerade die Kerne, welche in Theilung sind, zeigen an Chromkalipräparaten gewöhnlich eine Lösung und Durchbrechung ihres Inhaltes, meist der Art, dass in der Mitte der Kernfigur eine grosse Vacuole entsteht und dieselbe meist in zwei Portionen auseinanderdrängt, wobei noch Stränge zwischen diesen beiden Ballen ausgespannt bleiben können (als Beispiel Fig. 14 d). An andern findet man mehr oder weniger von dem Bau der Theilungsfigur conservirt; aber die Chromsalze sind für Amphibiengewebe jedenfalls durchaus ungeeignet zur Untersuchung der Theilungsphänomene. Mayzel hat dieselbe Erfahrung gemacht; er spricht in seiner russischen Arbeit (l. c. p. 120) näher über die Bilder des Kali bichromicum, das er jedoch für einzelne Objecte geeignet findet.

thodik wie an meinen eigenen Chromkalipräparaten, genügend Bilder die ganz aussehen wie seine Zeichnungen [1]). Man findet fadenförmige oder netzförmige Dinge im Zellplasma, in Muskeln, die dicht an die Kernwand reichen, und es kann gerade so aussehen, als ob diese Dinge mit den Kernnetzen zusammenhängen, die ebenfalls von innen her an die Kernwand treten. Aber gerade an den besten, nicht geschrumpften noch gequollenen Objecten sehe ich am Wenigsten von solchen Dingen, und habe deshalb nie Schlüsse aus diesen, mir lange bekannten Bildern ziehen mögen.

Was mich besonders misstrauisch gegen Zusammenhänge zwischen Kernnetzen und Plasmastructuren der Zelle macht, ist die Tinction. An einem guten, scharf gefärbten Chromkali-Hämatoxylinobject z. B. betrifft diese das ganze intranucleäre Netz und hört scharf mit der Kernmembran auf. Wenn sich die „Fibrillen" durch die letztere aus dem Kern heraus fortsetzten, so würde es mir merkwürdig scheinen, dass eine solche Fibrille an einem Punkt, nämlich an der Kernwand, ganz plötzlich eine andere Beschaffenheit annehmen sollte.

Ich habe noch eine Zahl anderer Reagentien versucht, da sie aber den beschriebenen nachstehen oder nichts Anderes wie sie zeigen, sehe ich von ihrer Besprechung ab.

Aus diesem und dem ersten Abschnitt ergiebt sich wohl ohne lange Erörterung, dass und weshalb ich die durch Reagentien (und Tinction, s. d. folgenden Absatz) dargestellten Gerüste zum grössten und wesentlichen Theil nicht für Artefacte halten kann, die bloss durch diese Reagentien entstanden wären; sondern für einen Ausdruck der natürlichen Beschaffenheit des Kerns. Ich setze aber hinzu, dass dieser Ausdruck bei jedem, auch dem besten conservirenden Reagens mehr oder weniger verzerrt ist, da ein solches Reagens eben immer dahin und dadurch auf lebende Theile wirkt, dass es Substanz zur Gerinnung bringt, und vielfach auch geronnene Dinge schrumpfen macht. Wenn ich daher z. B. das Netz in Fig. 2a Taf. XVII als Ausdruck des Zustandes betrachte, den die Fig. 1c Taf. XV aus dem Leben zeigt, so meine ich nicht, dass

---

1) Mit Ausnahme einiger; Bilder wie z. B. in Klein's Fig. 23b, Anastomosen der Kernnetze zweier Zellen, habe ich nie mit Sicherheit gesehen.

im ersten Fall die Stränge und Knoten im Leben genau ebenso ausgesehen haben wie am Präparat. Die feinen Granulirungen z. B. in den Chromsäurekernen halte ich für Gerinnungen; es ist nicht zu beweisen, dass nicht auch manche der feineren Stränge solche seien; aber der Vergleich mit dem Leben zeigt, dass jedenfalls nicht das ganze Netz eine solche ist[1]). — Die Bilder der chromsauren Salze allerdings sind eine so starke Verzerrung des Natur-Zustandes, dass ich sie für die genauere Beurtheilung desselben bei den meisten Kernen nicht geeignet halte.

Tinctionsmittel. Es kam mir darauf an zu sehen, wie sich die verschiedenen Theile des Kerns, und wie sich die Theilungsfiguren desselben (s. u.) gegen Farbstoffe verhalten. Deshalb habe ich mich absichtlich vorwiegend an solche gehalten, die möglichst reine Kernfärbungen geben, ohne dass man eingreifende Nachbehandlung mit Säuren braucht, und deshalb die verschiedenen Carminlösungen, die ja auch das Zellplasma u. a. stärker mitfärben, mehr in den Hintergrund gestellt. — Für Kerntinction leisteten mir das Beste: die Hermann'sche Anilinbehandlung[2]) an Chromsäurepräparaten, die ausgewaschen und einige Tage mit Alk. absol. behandelt waren; (giebt bei richtiger Wirkung äusserst brillante Färbungen, aber man muss in den Kauf nehmen, dass sie oft misslingt); fast ebenso Gutes: Hämatoxylinfärbung von Pikrinsäureobjecten (vorher gut auszuwaschen, Hämatoxylinlösung möglichst schwach zu nehmen und lange wirken zu lassen), und von Chromsäureobjecten (Behandlung ebenso, nur ist die Hämatoxylinlösung hier besser mittelstark zu nehmen und nur $^1/_2$ Stunde lang zu färben). Einschluss in Balsam oder Glycerin; die Untersuchung in Wasser giebt noch bessere, weil schärfere Bilder.

Näheres über diese Tinctionen ist oben bei „Pikrinsäure und Chromsäure" gesagt worden. Färbung der frischen Objecte direkt mit Pikrocarmin kann ich nicht empfehlen, die Kerne quellen darin und die Netze werden undeutlich. An Pikrinsäurepräparaten dagegen färbt das Pikrocarmin die ruhenden Kerne naturgetreu,

---

1) Vergl. Anfang des 4. Abschnittes.

2) Safranin, Rose de Naphthaline u. A., bezogen von Bindschedler und Busch in Basel.

die Theilungen präsentiren sich daran aber lange nicht so schön wie durch Hömatoxylin oder Anilin.

Alkoholpräparate zu färben habe ich bald aufgegeben, da die Kerne an ihnen überhaupt weniger schön erhalten werden.

Präparate aus chromsaurem Kali erhalten, wie wohl hinreichend bekannt, schöne und reine Kernfärbungen durch Hämatoxylin, das, um Schrumpfung zu vermeiden, am Besten recht verdünnt und fast alkoholfrei angewendet wird.

Das von Weigert (Dies. Arch. 1878 B. 15 H. 2) empfohlene Bismarckbraun-Anilin würde sich bei richtiger Wirkung für die hier verfolgten Zwecke gewiss sehr eignen; ich habe vielleicht in Folge von Fehlern bei der Anwendung, bisher an Chromsäurepräparaten kein Glück damit gehabt, da die Kerne stets zu sehr schrumpften.

Ich bemerke überhaupt, dass ich zur Untersuchung nur solche Tinctionspräparate benutze, in denen die Kerne nach der Färbung ganz dieselben Formen und Grössenverhältnisse zeigen, wie vor der Färbung. Schrumpfungen durch diese kommen ja öfter vor.

Zum Verständniss der verschiedenen Tinctionsbilder, in specie des Verhaltens der Netze und Nucleolen, verweise ich noch besonders auf das oben unter: „Pikrinsäure und Chromsäure" Gesagte.

Von den Ergebnissen der Tinction über den Bau des Kerns notire ich als wesentlich folgende Punkte:

1. Bei jeder ordentlichen Kerntinction von Pikrin- oder Chromsäurepräparaten sind die Kerne entweder allein, oder doch auffällig stärker gefärbt wie andere Dinge: Zellleiber, Fibrillen, Nerven etc. Es geht daraus hervor, was sich übrigens von selbst verstehen sollte, dass die Substanz des Kernes eine andere ist wie die übrige Substanz der Zelle, also verschieden von „Protoplasma".
2. Diese Färbung des Kernes betrifft alle seine Theile. Es ist aber das Kernnetz und die Netzknoten, sowie die Wandschicht, stärker gefärbt wie die Zwischensubstanz des Kerns. Es sind ferner die Netzknoten (inclusive Nucleolen) wieder oftmals stärker gefärbt wie ihre Verbindungsbalken, oft im auffallendsten Grade. Dies ist nicht etwa nur auf die grössere Substanzmasse der Netzknoten zu beziehen, mit andern Worten: die Netzknoten

sind vielfach absolut, nicht bloss relativ nach ihrer Grösse, stärker gefärbt wie die übrigen Theile des Netzes. Es ist danach möglich, dass die Substanz der Netzknoten anders beschaffen ist oder doch vielfach sein kann, als die der übrigen Netzstränge.

3. Der Umstand, dass bei jeder guten Kerntinction die Färbung an der Aussengrenze der Kernmembran scharf abbricht, lässt Zweifel aufkommen gegen die Ansicht, dass die Stränge oder Fäden des Kerns sich in Stränge oder Fäden des Zellplasma fortsetzen sollen.
4. Die vielfach verbreitete Ansicht, dass das Plasma farbloser Blutzellen, und junger Zellen überhaupt, sich in Bezug auf die Färbung ähnlich verhalten solle wie die Kerne alter Zellen, wird durch gute Kerntinctionen keineswegs bestätigt. Die Leucocyten zeigen an solchen ungefärbtes Plasma und scharf gefärbte Kerne (Taf. XV Fig. 13 a).

C. Einiges über Structuren der Zellsubstanz.

Da an diesem Orte nur Dinge besprochen werden sollen, die sich auch in lebendigem Zustand prüfen lassen, so fällt der Inhalt dieses Capitels an positiven Ergebnissen sehr gering aus: er beschränkt sich fast ganz auf die Knorpelzelle. Man sollte hoffen, dass sich an den grosszelligen Larvenschwänzen und Kiemenflossen meiner Objecte auch in vielen anderen Zellenarten deutliche Bauverhältnisse ihres Plasma sehen lassen würden; aber das ist bei den meisten nicht der Fall, obschon darum durchaus möglich bleibt, dass solche Verhältnisse existiren. An dem Plasma der Bindesubstanz-Gefässzellen u. a. m. zeigt sich im Leben nichts als eine feine, verwaschene Granulirung, die man nach Belieben, aber ohne Sicherheit für Eins oder das Andere, entweder auf eine Zusammensetzung aus Körnchen, oder für eine zarte Reticulirung halten kann, entsprechend den von Heitzmann (35) und Kupffer (48) vertretenen Plasmastructuren. Das Verhalten auf Reagentien macht letzteres wahrscheinlicher, doch sichere Schlüsse darüber scheinen mir noch nicht möglich. Ich bemerke nur, dass es sich hierin offenbar um dieselbe Er-

scheinung handelt, wie bei so vielen Angaben in der Literatur, welche das Protoplasma im Allgemeinen feinkörnig, oder aus feinen Körnern zusammengesetzt nennen.

Noch weniger günstig für Plasmastudien sind die gewöhnlichen Epithelzellen der Schwanzflosse, der Kiemenblätter und der Harnblase[1]; und wenn ich hier kurz bei ihnen verweile, so geschieht es nur um vorzubeugen, dass nicht vielleicht einmal Dinge, die keine Plasmastructuren sind, mit solchen verwechselt werden.

Ueber einige Verhältnisse des zweischichtigen Epithels der Salamanderlarve haben wir eine treffliche Beschreibung von Langerhans (50) nach Osmium-Isolationspräparaten. Sie stellt fest, dass die oberflächliche Zellenschicht einen continuirlichen gestrichelten, dicken Cuticularsaum besitzt, wie das durch Leydig, Remak, Eberth, F. E. Schulze für andere Amphibien und deren Larven beschrieben ist (hier Fig. 1 g Taf. XV). An den ganzen Seitenflächen des Schwanzes und auch an den Kiemenblättern sind die Epithelzellen abgeflacht (kurz cylindrisch, wie in jener Figur hier, sind sie nur an der Flossenkante und einigen anderen Hautstellen), die Cuticula verhältnissmässig dick gegen ihren Durchmesser; bei der Einstellung von der Fläche aus kann es also kommen, dass man schon im Plasma der Zelle zu sein glaubt, während man noch in der Cuticula ist. So lange das letztere der Fall, sieht man die optischen Querschnitte ihrer Strichelung (vergl. Fig. 5 a Taf. XV), die mit einer Plasmastructur nicht verwechselt werden darf. — Gelangt man in das Plasma, so sieht man gar nichts, ausser (an der Schwanzflosse) dem Kern; und an dem Epithel der Kiemenblätter sind auch die Kerne nicht sichtbar.

Geht man mit der Schraube nun noch um wenig tiefer, so dass man sich an der Grenze zwischen erster und zweiter Epithelzellenlage bewegt, so zeigt sich wieder ein Bild, das mit einer Zellstructur verwechselt werden könnte. (Fig. 5 b Taf. XV). Es findet sich dies aber nicht überall an der Epitheldecke, sondern am Schwanz nur in der Gegend der Seitenlinie, und ferner an der ganzen Fläche der Kiemenblätter. Diese Zeichnung liegt nicht

1) Die Substanz (auch der Kern) der Blasenepithelien ist bei Ausdehnung (auch schon mässiger) der Blase unsichtbar, im gefalteten Zustand sichtbar.

cellulär, sondern intercellulär. Während nämlich an den Körpergegenden, wo sie fehlt, die Epithelien sich so verhalten wie sie Langerhans beschreibt: an ihren Grenzflächen mit sehr feinen Stacheln und Riffen besetzt sind (l. c. p. 745 u. a.), haben sie an jenen anderen Orten sehr grobe und lange Fortsätze, vielfach in Form von dünnen Lamellen und nicht von Stacheln oder Zähnen, mit denen sie nicht zwischen die gegenüberstehenden eingreifen, sondern mit ihnen zusammenhängen. Solche Fortsätze schickt die Zelle nicht bloss an ihrer Fläche, sondern auch an den Seitenkanten ab, das Flächenbild dieser Stellen (Fig. 11, Fig. 1 Taf. XVI) zeigt deshalb jede Zelle umgeben von einem hellen Raum, der von Blättchen und Fädchen durchsetzt wird.

Es liegt also, mit anderen Worten, jede Epithelzelle von einer Intercellularspalte umgeben, durch die hindurch sie mit den Nachbarinnen Fortsätze in Form von Bälkchen und Lamellen austauscht. Ich nenne die Letzteren hier Intercellularfortsätze oder -Brücken.

Das optische Durchschnittsbild solcher Fortsätze nun, welche die oberflächliche und die tiefe Epithelzellenschicht einander zusenden, ist es, was man in Fig. 5 Taf. XV sieht.

Diese Bilder stimmen durchaus zu denjenigen, welche Ranvier aus dem Stratum Malpighii mittheilt. Was dort mit Hartn. Nr. 12 à imm., das kann man hier mit Nr. 5 erkennen: dass die Fortsätze der gegenüberstehenden Zellen, die „Stacheln und Riffe", nicht sich zwischen einander schieben, sondern in einander übergehen oder dort an einander haften, und dass zwischen ihnen eine Substanz von anderer (und zwar viel geringerer) Lichtbrechung liegt, wie es Ranvier schon an einem viel schwierigeren Object erkannt hat (Traité techn. d'hist. p. 263). — Bei dem Epithel der anderen oben genannten Stellen (Rand der Flosse, auch andere Orte), wo diese breiten Intercellularspalten fehlen, sieht man an den Zellgrenzen entweder nur eine feine Zähnelung, oder sie erscheinen selbst ganz glattgeschnitten. Ich behaupte daher nicht, dass das vorher beschriebene Verhalten der Intercellulargänge und -Fortsätze im Epithel ein allgemeines sein müsste. Für die vorliegenden Fälle aber muss ich in der Frage über die Natur der „Stacheln und Riffe" auf die Seite Bizzozero's[1]) treten. Es ergiebt sich ferner, dass hier eine intercellulare Substanz der Epithelien in grosser Menge existirt, auf welche die neueren Arbeiten, besonders Arnold's, so grosses Interesse

1) Siehe: Max Schultze, Virch. Arch. Bd. 30, 1864: Die Stachel- und Riffzellen der tieferen Schichten der Epidermis. Bizzozero, Sulla struttura degli Epiteli pavimentosi stratificati, s. bei Ranvier l. c.

lenken; wobei ich offen lasse, ob wir hier besser von einer Kittsubstanz, oder von einer Intercellularflüssigkeit zu reden haben.

Aehnliche Zellfortsätze, und Zwischenspalten, giebt es nun auch zwischen der tiefen, zweiten Schicht des Epithels und der unterliegenden Bindesubstanz, so dass man, bei der Einstellung durch die zweite Lage hindurch, noch einmal ein Bild wie in Fig. 11 a Taf. XVI bekommt, nur dass die Spalten hier noch viel weitläufiger (Taf. XVI Fig. 11 a) und die Fortsätze spärlicher sind. Oft sieht man Nervenfasern (Fig. 11 n), mit Kernen, sich in breitere Stellen diesen Lückenwerks einlagern, das fast an ein Saftcanalnetz erinnert.

Ich breche vorläufig hiervon ab und constatire nur, dass also diese Dinge mit Plasmastructuren nichts zu thun haben. Das Plasma der gewöhnlichen Epithelzellen erscheint hier nicht nur lebend structurlos, sondern auch vielfach lebend unsichtbar.

Anders ist es bei den grossen Leydig'schen Schleimzellen des Larvenepithels, in denen sich das Plasma in einem vacuolisirten, pflanzenzellenähnlichen Zustand befindet. Für ihre Beschreibung verweise ich auf das oben (Abschnitt 1, A. Epithelzellenkerne) Gesagte. Das Plasmafachwerk der Zellen ist hier recht deutlich, aber in ihm weder Structurverhältnisse noch Bewegungen zu erkennen.

Knorpelzellen. Ueber die Cautelen bei ihrer Untersuchung verweise ich auf das im Abschnitt 1 A (Knorpelzellenkerne) Gesagte, zur Rechenschaft dafür, dass ich die Objecte lebendig nennen darf.

Die Substanz einer lebenden, und ebenso einer überlebenden Knorpelzelle sieht nicht homogen aus, auch nicht körnig, auch nicht regelmässig genetzt, und ich darf behaupten, dass die von diesen Objecten in der Literatur gegebenen Abbildungen, auch die neueren, alle mehr oder weniger schematisch sind. Denn was ich zu beschreiben habe, findet sich nicht blos bei Salamandra, sondern auch bei Froschknorpeln, es braucht aber hier sorgfältigere Beobachtung und bestes Licht.

In der klaren Masse, die die Knorpelhöhle ausfüllt, sieht man zweierlei Dinge: Fäden und vereinzelte Körnchen resp. Fetttröpfchen. Die Fäden sind nicht in Form von engen regelmässigen Netzen, mit Körnchen als Knotenpunkten angeordnet, wie es der sehr willkürlichen Darstellung Heitzmann's (35

pag. 142 u. a., Fig. 1)[1]) entsprechen würde: sondern sie ziehen in der Nähe des Kerns in Richtungen, die im Grossen und Ganzen diesen zum Centrum haben (Fig. 2 c Taf. XV), so dass das Bild an die bekannten Abbildungen Max Schultze's von Nervenzellen erinnert. In der Peripherie schlagen die Fäden verschiedene Richtungen ein, vielfach liegen sie deutlich geschlängelt (Fig. 2 a) und lassen sich einzeln weit, manchmal bis zur Höhlenwand verfolgen, ohne dass man sie mit anderen deutlich sich verbinden sieht; ich will aber keineswegs läugnen, dass solche Verbindungen vorkommen, denn in dem dichten Filz, den die Fasern namentlich nahe am Kern bilden, kann man darüber nicht entscheiden. Ich finde ferner keine irgendwie auffällige Verdickungen der Fäden, keine Verbindungen derselben mit den vereinzelten Körnchen in der Zelle, kann also die von Heitzmann angenommene Structur der Knorpelzelle (l. c.) hiermit durchaus nicht bestätigen, sondern nur darin mit Heitzmann übereinstimmen, dass die Substanz der Knorpelzelle, abgesehen vom Kern, noch aus zwei Substanzen besteht.

Der Einzige, der meines Wissens Dinge in Knorpelzellen erwähnt hat, die mit den hier beschriebenen Fasern übereinkommen, ist Frommann (30, pag. 30). Ich bin nach seiner Darstellung wenigstens überzeugt, dass er dieselben Dinge vor sich hatte. Nur spricht Frommann auch von Körnchen im Plasma, aus denen Fäserchen entspringen sollen, ferner von Fäserchen, die aus dem Kern entspringen, und solchen, welche die Knorpelkapsel durchsetzen sollen (l. c.); sowie auch Heitzmann (p. 142) von der Peripherie des Kerns Zäckchen ausgehen lässt, die in das Protoplasmanetz übergehen sollen. Ich kann von alle Diesem nichts feststellen; man mag wohl manchmal glauben, etwas Derartiges zu sehen, aber um es annehmen zu können, liegen, soviel mir scheint, die Verhältnisse selbst bei Salamandra viel zu sehr an der Grenze des Erkennbaren, noch viel mehr aber bei den Objecten Frommann's und Heitzmann's.

Von den isolirten Körnchen, welche im Zellenleib vorkommen, sind die grösseren deutlich Fett (oder doch fettglänzend),

1) Die Figur betrifft zwar nicht ein frisches, sondern ein Chromsäurepräparat, aber aus Heitzmann's Text p. 142—143 ff. ergiebt sich, dass er das dort Gezeichnete in der That als „Bau" der Knorpelzelle ansieht.

und die kleineren wahrscheinlich nichts anderes. Bei ihnen ist also von einer eventuellen Verbindung mit den Fasern keine Rede; und Körner anderer Art finde ich nicht mit Sicherheit. Natürlich können optische Querschnitte von Fäden solche vortäuschen.

Die allbekannten Fettkörnchen in den Knorpelzellen zeigen nun aber zum Theil eine noch unbekannte Eigenschaft: sie tanzen. — Es ist eine so rasche zitternde Bewegung, dass ich sie von der gewöhnlichen Molecularbewegung nicht verschieden finden kann. Sie erscheint nur deutlich an einzelnen Körnern, und nur in den peripheren Gegenden des Zellkörpers, wo die Fasern lockerer liegen; ich habe sie nicht mit Sicherheit in der Nähe des Kerns gesehen. Doch sind hier freilich auch die Fäserchen so dicht, dass so ziemlich jedes Körnchen festgedrängt liegen muss, und wenn sie sich auch etwas bewegen, würde man es in dem dichten Filz kaum sehen können.

Dies Bild des Knorpelzellenleibes ist ziemlich dauernd, es verändert sich noch nicht, wenn die Kerne, z. B. bei Eindringen des Wassers, schon zu quellen beginnen. Erst mit völligem Absterben des Objects treten die bekannten, geschrumpften Formen der Zellen ein, in denen man übrigens hie und da die Fäden noch deutlich erkennt; in dem dann entstandenen freien Höhlenraum zeigen die freiliegenden Körnchen fortdauernd Molecularbewegung. — Auch an gut conservirten Pikrinpräparaten kann man die Fäden sehen.

Man wird glauben, dass ich bei dieser Erscheinung zunächst überhaupt an Abgestorbensein des Objects gedacht habe. Da ich die Körnchen aber vom ersten Augenblick der Beobachtung an tanzen sehe, unter all den oben genannten Cautelen, wenige Secunden nach dem Abschneiden, mitten in dicken unangeschnittenen Knorpelstücken: so bleibt mir nichts übrig als die Erscheinung für eine vitale zu halten. Dann werden wir kaum umhin können, die Substanz der Knorpelzelle, so weit sie nicht in Fäden angeordnet ist, für flüssig zu halten, mindestens in der Peripherie der Zelle. Das Fadenwerk entspräche dann, in Kupffer's Ausdrucksweise, dem Protoplasma, und das Protoplasma wäre in diesem Falle sogar wirklich ein Fluidum, was Kupffer gewiss mit Recht für andere Zellen (l. c. p. 234) noch keineswegs annehmen will.

Ich habe bei einigen anderen thierischen Zellenarten eigenthümliche Körnchenbewegungen beobachtet, von denen ich nicht sagen kann, ob und inwieweit sie mit diesem freien Körnchentanz in Vergleich zu stellen sind, die aber hier Erwähnung finden mögen. Ein Fall betrifft grosse, pigmentartige Zellen, die sich im Mantelrand einer Nudibranchie, Aeera bullata, finden. Im ganz frisch abgeschnittenen Gewebe sieht man die Pigmentkörner in diesen Zellen in einer wundervollen, rasch durcheinanderflirrenden Bewegung, die ich aber nicht ohne Weiteres Molekularbewegung nennen möchte. — Einen anderen Fall verdanke ich Herrn Dr. E. Fischer, der zufällig auf die Erscheinung aufmerksam wurde und sie mir zeigte. In einer grösseren farbosen Blutzelle, die keineswegs gequollen oder vacuolisirt war, in einem Gefäss der lebenden Larve, bewegten sich Körnchen ganz wie beim Molecular-tanz, während die Zelle selbst ruhte. Ich habe dann das Gleiche öfter gefunden. — Eine andere Körnchenbewegung, die mit dem Molecular-tanz jedenfalls nicht identisch, aber auffällig genug ist, zeigen die Körnchen in manchen Wanderzellen der Fische. Ich habe auf die äusserst lebhaften, raschen Kriechbewegungen dieser Zellen, die dafür wohl das schönste Demonstrirobject sein möchten, früher [1]) aufmerksam gemacht. Wo derartige Zellen sehr dicht mit feinen Körnern gefüllt sind, sehr schön z. B. an einem Leberpräparat vom Karpfen nach Auerbach's Angabe (3, p. 11) wimmeln diese Körner, während die Zelle kriecht, mit rapider Schnelligkeit durcheinander, so jedoch, dass sie bei den Streckungen des Plasmakörpers stellenweise alle in einem Sinne, in bestimmter Richtung rasch fortgeschoben werden, um dann eine Zeit lang ruhiger zu fliessen oder ganz still zu stehen.

An den lebenden glatten Muskelzellen (Blase) sieht man die bekannte zarte Längsstreifung; ebenso an lebenden Nervenfasern die Max Schultze'sche Längsstrichelung, ein Gegenstand, der so eben von Dr. H. Schultze ausführlich beschrieben ist (Arch. f. Anat. u. Entwickl. 1878).

1) Arch. f. mikr. Anat. Bd. 7, p. 56.

D. Zusammenfassung der Ergebnisse und Literarisches über den ruhenden Kern.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen an Larvenobjecten stimmen also überein mit denen, die ich an der Harnblase der erwachsenen Thiere erhielt (23). Bei der letzteren blieb noch die Möglichkeit, und ich habe sie selbst namhaft gemacht (l. c. p. 705), dass die intranuclearen Netze Erscheinungen des Absterbens sein könnten. Bei der Larve ist dies vollkommen ausgeschlossen: es ist sicher, dass derartige intranucleare geformte Massen, noch ausser den Kernkörpern, im Leben existiren. — Es kann aber die Frage gestellt werden, ob und wie weit es berechtigt ist, die Bilder dieser Netze, welche Reagentien[1]) geben, für einen treuen Ausdruck des lebenden Zustandes zu halten. Für einen ganz treuen hielt und halte ich sie selbst nicht (vergl. oben), da alle diese Reagentien z. B. beim Epithel auch die äussere Form der Kerne verändern. Man kann, worauf ich immer wieder hinweisen muss, die blassen lebenden Netze lange nicht an allen Kernen sehen, sondern nur an günstig gelegenen; auch da sieht man bald mehr, bald weniger davon, meistens nur Bruchstücke, fast nirgends so Viel und so Deutliches, wie es die Reagentien zeigen. Könnte nun das, was diese hinzubringen, nicht ganz oder grossentheils Gerinnung sein? Das ist vollkommen möglich; obwohl es ganz ebenso möglich ist, dass alle feineren Stränge des Reagentiennetzes im Leben präformirt waren, wenn man sie auch nicht sah. Es ist ferner möglich, und ich muss es für viele Fälle annehmen, dass sogar die Formen der Netzknoten und gröberen Netzstränge auch durch die besten Reagentien mehr oder weniger verändert werden[2]).

Aber durch das Alles wird der Satz nicht angefochten: dass im lebenden Kern, noch abgesehen von den Nucleolen, zwei Substanzen sind, die eine im Ganzen gerüstförmig vertheilt. Man hat fortan kein Recht, Bilder des Kerns, die eine solche Anordnung zeigen, ohne Weiteres Kunstproducte zu nennen, falls man damit den ungünstigen Sinn verbindet, in dem dies Wort so oft ohne besonderes Nachdenken angewendet wird. Im Grunde sind alle unsere Präparate Kunstproducte; ein solches ist jeder durch Essigsäure dargestellte Kern im Epithel einer Tritonlarve, ein solches ist jeder Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser, denn Beides war im Leben unsichtbar. Trotzdem zweifelt Niemand an einer natürlichen Präformation dieser „Artefacte"

1) Ich meine hier zunächst die Netze, welche Pikrin- und Chromsäure, Essigsäure, Goldchlorid zeigen. Dass die Bilder der chromsauren Salze. (Fig. 14 Taf. XV) nicht naturgetreu sind, sondern eine erhebliche Schrumpfung darstellen halte ich für sicher (s. o. Abschn. 1 B.).

2) Die chromsauren Salze (s. o.) machen solche Veränderungen gewiss, und ich rechne sie hier nicht unter die besten Reagentien.

Eine gleiche Art der Beurtheilung darf man denn auch für Structuren des Kerns beanspruchen.

Es kann aber weiter gefragt werden, ob man ein Recht hat die Dinge, die sich bei meinen Gegenständen finden, allgemein „Structuren des Kerns" zu nennen. Ich bin weit entfernt zu glauben, dass in allen Zellkernen ein Bau, ganz ähnlich wie in den hier beschriebenen, existiren müsse, gebe auch als sehr möglich zu, dass es Kerne geben mag, die überhaupt keine Gerüste führen, glaube aber freilich, dass dies noch nicht erwiesen und vielleicht, für viele sehr blasse und durchsichtige Kernarten, gar nicht zu entscheiden ist. — Wenn man aber bei einem Amphibium und seiner Larve, wo die Beobachtungsverhältnisse besonders günstig sind, in allen möglichen Zellenarten einen derartigen Bau des Kerns findet, wenn man entsprechende Dinge bei andern Thieren wiederfindet und namentlich bei den verschiedensten Eizellen so handgreiflich sieht, so wird man jedenfalls mehr Recht haben, diesen Bau unter die allgemeinen und wesentlichen Merkmale des Kerns zu rechnen, als anzunehmen, dass bei allen diesen Zellen eine Ausnahme von der Regel vorliegt.

Die Sätze, die sich demnach ergeben, stelle ich hier der Hauptsache nach in derselben Form hin, wie sie kurzgefasst schon in den Schriften des Kieler naturw. Vereins (25) mitgetheilt wurden: der ruhende Zellkern besteht danach an den Objecten, die ich bisher untersuchte,

1. aus einer Wandschicht (Kernmembran);
2. aus einer durch das Innere vertheilten und mit der Wandschicht zusammenhängenden Substanz (kurz: Kernnetz, intranucleares Gerüst oder Netzwerk)[1]), die in verästelten Strängen vertheilt ist und bei meinen Objecten keine deutliche Regelmässigkeit dieser Anordnung zeigt. Die Balken dieses Gerüstes zeigen Verdickungen von sehr wechselnder Form und Zahl, die ich hier kurz Netzknoten nenne. Vielleicht würde sich der Name Pseudonucleolen dafür empfehlen (er ist von E. van Beneden, doch in anderem Sinne, construirt worden)[2]);
3. aus den wahren Kernkörperchen, Nucleolen, die meistens in den dickeren, zuweilen in dünneren Strängen des Netzwerkes lagern[3]),

---

1) Anfangs (22) habe ich von intranuclearen Strängen und Fäden gesprochen, dann (23) meistens den Namen Netze oder Gerüste gebraucht. Der letzte wäre besser, da das Balkenwerk ja nach allen drei Dimensionen sich erstreckt; der kürzere Ausdruck Netz scheint mir aber hinreichend verständlich. Die Bezeichnung „Protoplasmafäden" für diese Bildungen halte ich für nicht geeignet (s. u.).

2) (7, p. 7); für die kleineren Nucleolen des Eizellenkerns, also für etwas Anderes, als was hier darunter verstanden sein würde.

3) Bei Eizellen (Fische, Amphibien) kommen, wie ich hier vorläufig notire, Lagerungen von Nucleolen ausserhalb der Netzstränge zur Beobachtung.

von deren Substanz verschieden und im lebenden Zustand vielfach nicht zu erkennen sind; es sind oft viele, aber gewöhnlich nur 1—2 grössere vorhanden; und

4. aus einer blassen Substanz, die den übrigen Binnenraum füllt und keine Structur erkennen lässt[1]): Zwischensubstanz des Kerns.

Von einer Besprechung der gesammten Literatur des Kernes glaube ich hier absehen zu dürfen; man wird es wohl hinreichend finden, wenn ich daraus nur Dasjenige berücksichtige, was mit meinen Befunden in wirklich näherer Beziehung steht[2]). Dieser Angaben habe ich zum Theil oben im Text schon gedacht und die meisten davon schon früher (23) kurz zusammengestellt und besprochen; es bleibt hier nur Einiges auszuführen, was dort nur kurz angedeutet ward, einige Versäumnisse nachzuholen und sodann der Literatur zu gedenken, die seit meiner damaligen Mittheilung (23) sich mit dem Kern befasst hat.

Der erste Forscher, welcher ausser den lange bekannten Kernkörperchen geformte Structuren in Kernen beschrieb, ist meines Wissens Stilling (66, i. J. 1859) gewesen. Er lässt (p. 780—787 des citirten Werks, s. die vielen bezügl. Figuren Stilling's) sowohl die Substanz der Ganglienzelle, als die des Kerns aus einer Unzahl feiner gewundener und verästelter Stränge (Elementarröhrchen St.) aufgebaut sein und erwähnt (p. 785) „deutlich sichtbare Fortsätze des Kernkörperchens". Er lässt ferner die Grenzwand des Kerns durchbrochen sein und durch die Lücken die Elementarröhrchen des Kerns und des Zellleibes zusammenhängen. In diesen Angaben, die gewiss eine treue Wiedergabe dessen sind, was damals an sehr stark gehärteten Chrompräparaten mit 1100fachen Vergrösserungen gesehen wurde, finden also die Anschauungen Heitzmann's (35) zum guten Theil schon eine Vorgängerschaft; Stilling sagt ausdrücklich: das Parenchym des Nucleus unterscheide sich so wenig von dem der Zelle, „dass ich alles von der Zelle Gesagte für jenen nur wiederholen müsste". Dass aber diese Structuren in der von Stilling beschriebenen Form, ebenso wie ein grosser Theil der Heitzmann'schen, in der lebenden Zelle nicht Statt haben, darüber wird unter den meisten Untersuchern des Kerns wohl nur eine Stimme sein und ich kann dafür auf meine Darstellung verweisen.

Strangförmige Bildungen in Zellkernen sind, mit sorgfältiger Heranziehung frischer Objecte, zuerst von Frommann (29 u. 30) beschrieben wor-

---

1) d. h. lebend; obschon sie durch Reagentien eine granulirte oder fadige Beschaffenheit annimmt.

2) Für übersichtliche Besprechungen der früheren und neueren Anschauungen über den Kern im Allgemeinen sei besonders auf Auerbach (3), Bütschli (13), Strasburger (67), sowie auch auf die Aufsätze von R. Hertwig (41), mir (23), Th. Eimer (20) und E. Klein (47) verwiesen.

den[1]). Es müssen hier allerdings auch diejenigen, zahlreichen Angaben Erwähnung finden, welche vom Eintreten von Nervenfäserchen in Kerne, resp. an Kernkörperchen reden[2]); insofern ich wenigstens glaube, dass es sich in allen diesen Fällen um stärkere Stränge des Kerngerüstes handeln kann, die gerade in der Continuität von aussen befindlichen Nervenfäserchen lagen oder zu liegen schienen. Frommann hat aber zuerst jene Stränge im Kern unabhängig von solcher Auffassung, als Bestandtheile des Kerns selbst gesehen und beschrieben, und als eine allgemeine Erscheinung in Anspruch genommen. Seine ersten derartigen Beobachtungen an conservirten Zellen der Centralorgane hat er durch weitgreifende Untersuchung anderer Zellenarten (Nabelstrang, Knorpel, Periost, Knochen, Epithelien) verallgemeinert. Er spricht im Ganzen stets von vereinzelten „Fäden", die vom Kernkörperchen oder von Körnchen im Kern, oder auch im Plasma der Zelle „entspringen", und erwähnt mehrfach Verästelungen dieser Fäden, wenn auch nicht eigentliche gerüstartige Zusammenhänge. Das Heraustreten von Fäden durch die Kernwand kann ich für keins seiner Objecte, soweit ich sie nachgeprüft habe (Knorpel, Bindesubstanz, Epithelien) bestätigen (s. oben). Ich glaube diese und andere Abweichungen in unseren Befunden mir dadurch erklären zu können, dass er fast durchaus kleinere Zellen und Kerne vor sich hatte, an denen das, was er erforschte, schon stark an der Grenze des Sichtbaren lag und an denen schon sehr feine und sorgfältige Beobachtung dazu gehörte, das zu sehen was er erkannte. Seine Zeichnungen (Taf. II l. c.) lassen allerdings schwer erkennen, dass es sich darin um Bruchstücke der hier beschriebenen Netze handelt, und das mag wohl mit der Grund sein, weshalb diese Angaben so lange übersehen wurden.

Demnächst ist es das Verdienst Eimer's, erkannt und mitgetheilt zu haben, dass ausser den bisher bekannten Kernkörperchen noch andere Structuren im Kern vorhanden seien (16—19, besonders 17)[3]). Eimer fand in vielen Kernarten um das, oder um die Kernkörperchen her, in gewissem

---

1) Frommann's Angaben an diesem Orte sind von Heitzmann (l. c.) und sämmtlichen neueren Bearbeitern des Kerns nicht gekannt oder gewürdigt worden; auch mir waren sie bei Abfassung meiner früheren bez. Mittheilung (23) leider noch nicht bekannt und wurden es erst kurz nach deren Abfassung (Hamburg. Nat. Vers. 1876).

2) So die Beschreibungen Kühne's, Nervenendigungen in der Hornhaut, Hensen's (36, 37) vom Froschlarvenschwanz, Arnold's (2), Frankenhäuser's (32) an glatten Muskelfasern, von mir an Sinneszellen der Muscheln; es lassen sich noch viele derartige Befunde citiren.

3) In meiner Mittheilung l. c. 23 wurden nur die frühesten und die dritte dieser Angaben citirt und nur kurz erwähnt, weil sich aus den damaligen Angaben Eimer's (abgegrenzte Körner) noch keine Beziehung zu meinen Befunden (Gerüste) zu ergeben schien. Auf die zweite Mittheilung (17), als speciell dem Gegenstand gewidmet, ist besonders zu verweisen.

Abstand von ihnen, Körner in der Anordnung von Hohlkugeln (Körnchenkreis, Körnchenschale E.) regelmässig vertheilt, und fasste dies Verhalten als eine allgemeine und wesentliche Eigenschaft des Kernes auf. (Weiteres s. u.) Dem folgte die bekannte Monographie Auerbach's über den Zellkern (3). Einige Puncte daraus wurden bereits erörtert (Abschn. 1 A. f.) Was von ihrem Inhalt für unsern Gegenstand besonders interessirt, sind drei Ergebnisse: erstens, dass die meisten fertigen Kerne von einer unzweifelhaften Wandschicht oder Membran begrenzt sind; zweitens, dass „Kernkörperchen" in vielen Fällen in weit grösserer Zahl zu beobachten sind, als man es bis dahin annahm (multinucleoläre Zustände Auerbach's); endlich, dass diese Nucleolen nach seinen Befunden vielfach nicht rund abgegrenzt, sondern sehr unregelmässig geformt sind.

Es ergiebt sich fast von selbst und ist durch die folgenden Untersuchungen gesichert, dass die Körner der Körnchenschale Eimer's, und ein grosser Theil der multiplen Nucleolen Auerbach's, im Wesentlichen mit dem sich deckt, was hier unter dem Namen Netzknoten behandelt ist; und die unregelmässig geformten und mit Fortsätzen versehenen Kernkörperchen Auerbach's mit Theilen des Netzwerks, wenn man davon absieht, dass vieles von Auerbach's und Eimer's Körnern auch ganz oder zum Theil wahre Nebennucleolen darstellt.

Auerbach fand ferner noch weitere, feine Körnchen im Kern (die auch schon Eimer erwähnt), von Auerbach Zwischenkörner genannt.

Der Zusammenhang dieser Dinge durch wirkliche intranucleare Gerüste war bis hierhin nicht bemerkt worden, soweit der Anfang dazu nicht in den Befunden Frommann's liegt. Es folgten nun die zahlreichen Arbeiten, in denen an einem Object nach dem andern, durch von einander meist unabhängige Beobachtungen, ein solcher Zusammenhang sich herausstellte und die (l. c. 23 p. 715 in Nr. 5—11 und 14) verzeichnet sind. Ein früher Vorläufer davon war schon die Notiz Kleinenberg's über den Kern des Hydraeies gewesen (l. c. Nr. 1). Meine eigenen darunter befindlichen Beobachtungen an Eizellen (5 l. c.) veranlassten mich (23), die Frage, die noch immer nicht allgemein beantwortet war, und die doch für das Studium der Zelltheilung grosse Wichtigkeit hatte, an lebenden und conservirten Objecten in ausgedehnterer Weise zu prüfen. Das Ergebniss war schon damals, dass ich die Netze als präexistirend, die Kernkörperchen als etwas Besonderes, und die Auerbach'schen Zwischenkörnchen als optische Querschnitte von Netzbälkchen deuten musste.

Arndt's dann folgende Mittheilungen über den Bau des Kerns (1) sind mit meinen und anderen Ergebnissen so wenig vereinbar, dass ich nicht unternehmen will mich darüber zu äussern, so lange nicht ausführliche Mittheilungen von seiner Seite vorliegen.

Von den seither erschienenen Angaben habe ich die von Langhans (51 s. Abschn. 1 B.) bereits besprochen. Demnächst folgte eine neue Abhandlung Eimer's (20), worin er nach eigenen Untersuchungen und unter Bezug-

nahme auf Heitzmann's und meine Befunde die Existenz von Fäden im Kern, welche die Körperchen verbinden, anerkennt und bekräftigt und einen Fall mittheilt, in dem er ganz unabhängig schon früher, etwa gleichzeitig mit Heitzmann, ein derartiges Netzwerk beobachtet und gezeichnet hat (l. c. Fig. 1). Eimer weicht darin von allen letztcitirten Angaben ab, dass er die grösseren „Körnchen“ [1]) im Kern regelmässig um die eigentlichen Nucleolen angeordnet und durch radiär geordnete Fäden mit diesen verbunden sein lässt (eine derartige Gruppe, mit dem helleren Raum, den sie nach Eimer einschliesst, nennt er ein Hyaloid).

Ich habe derartige Anordnungen bisher nur an conservirten Objecten, nicht gerade häufig und nicht ganz in der Regelmässigkeit gesehen, wie sie Eimer beschreibt. Ich werfe aber keinen Zweifel dagegen auf, dass dieselben, wie es Eimer vertritt, eine natürliche Structur des Kerns darstellen mögen. Denn wie mir mein Freund Eimer versichert, hat er die Hyaloide und Körnchensphären nicht nur an den verschiedensten Reagentien- und Jodserumpräparaten mit grösster Schärfe und Regelmässigkeit gesehen, sondern auch ebenso, in Gemeinschaft mit Langerhans, an den lebenden Zellen von völlig intacten Opisthobranchierlarven (s. l. c. 20 p. 101). Salamandra, und auch andere Amphibien, sind nach dem mir geäusserten Urtheil Eimer's nicht günstige Objecte für das Erkennen der betreffenden Anordnung. An verschiedenen Präparaten von Salamandra, die ich im Verein mit Eimer durchging, finde ich in einzelnen Kernen die Netzknoten in einer im Ganzen regelmässigen Weise der Art gelagert, dass man das Verhalten ungezwungen auf eine Anordnung, wie die von Eimer entdeckte, beziehen kann (z. B. Fig. 11b Taf. XV [2])). Eimer ist der Ansicht, dass sich an denselben Objecten diese Ordnung für eine noch viel grössere Zahl von Kernen herauskennen lasse, als ich es allerdings zugeben kann. Immerhin steht der Annahme nichts im Wege, dass die Eimer'schen Kernstructuren weit verbreitete und typische sind, sofern man zulässt, dass sie an dem einen Object viel undeutlicher und auch unregelmässiger beschaffen sein können als am andern. Dass eine so regelrechte Ordnung, wie sie Eimer beschreibt, nicht für jeden Zellkern Geltung haben kann, zeigen u. A. die Eizellenkerne von vielen Wirbelthieren und Wirbellosen (vergl. 22, 7, 38 u. a. m.).

Für einige Puncte in Eimer's Abhandlung muss ich Missverständnisse berichtigen. Ich habe l. c. (23) mehrfach ausdrücklich darauf hingewiesen (p. 698, 708, Erkl. v. Fig. 2, 6), dass die sog. feinen Körnchen im Kern, Auerbach's Zwischenkörnchen, nichts anderes sein können, als optische Durchschnitte von Fäden des Kerngerüstes. Es war das also ganz dieselbe Auffassung, zu welcher dann auch Eimer kam (l. c. p. 103), welcher mir versehentlich eine andere zuschrieb (p. 103 unten), die ich niemals gehabt noch geäussert habe.

1) Im Wesentlichen identisch mit den Dingen, die ich hier Netzknoten genannt habe.

2) Siehe deren Erklärung.

Indem Eimer (p. 103) annahm, dass ich mich hauptsächlich mit den Blasenepithelien von Salamandra beschäftigt habe, die nach seinem Urtheil für das Erkennen der Hyaloide besonders ungünstig sind, hat er durchaus überschen, dass meine Untersuchungen sich gerade am wenigsten mit den Epithelzellen, dagegen mit Bindegewebszellen, Endothelien, Nervenzellen, Muskel-, Knorpel- und Blutzellen beschäftigt haben (l. c. p. 697 und die Figuren der Tafel). — Eimer findet (l. c. p. 103), dass das Fadennetz (und auch die Hyaloide, s. Fig. 9, 10, 11 l. c. 20) in den wimpernden Gaumenepithelien von Salamandra unvergleichlich viel scöner zu sehen sei, als z. B. in den Blasenepithelien. Ich habe die Gaumenepithelien mit den von Eimer gebrauchten Methoden (Jodserum, chromsaures Kali) vielfältig untersucht, es ist mir aber nicht gelungen, daran etwas von den Bildern deutlich zu sehen, die Eimer beschreibt.

Die letzte Arbeit, die den ruhenden Kern betrifft, hat E. Klein im Juli d. J. veröffentlicht (47). Er bestätigt die Bilder, die ich von Chromkalipräparaten beschrieben hatte, nach Behandlung mit chromsaurem Ammon für andere Objecte (Triton, die verschiedensten Zellenarten). Ueber die Wirkung dieser Reagentien habe ich mich oben (Abschn. 1 B) geäussert. Ich kann diese scharfen Netze, deren Fäden Klein völlig treffend Fibrillen nennt, nicht für den Naturzustand des intranuclearen Gerüstes nehmen. Klein geht aber noch in einer anderen Richtung viel weiter wie ich. Er beschreibt Austritte von intranuclearen Fibrillen aus dem Kern in den Zellenleib bei verschiedenen Zellenarten. Ich kann bestätigen, dass an Kali- wie Ammonpräparaten Bilder vorkommen, genau wie sie Klein beschreibt; aber gerade an den sonst bestconservirten Objecten finde ich sie nicht und muss den Zweifel festhalten, ob sie nicht Verzerrungen des Naturzustandes sind. Einiges zur Begründung dieser Zweifel sagte ich oben (Abschn. 1 B).

Ueber die Nucleoli ist Klein zu der Ansicht gelangt (47 p. 323), dass sie in den einen Fällen Verdickungen des Netzwerks seien, in anderen locale Verdichtungen und Zusammenschrumpfungen desselben (due to the shrivelling up and intimate fusion of a part of the network). Er tritt dabei meiner Angabe, dass wirkliche Kernkörper vorhanden seien, gegenüber, indem er findet, dass die Körper im Kern, die ich durch Anilinfärbung dargestellt habe, viel zu zahlreich seien, um für gewöhnliche Kernkörper zu gelten. Klein muss meine Arbeit mit ziemlich wechselnder Aufmerksamkeit gelesen haben, da er mir hiermit grade das Gegentheil meiner Ansicht zuschreibt. Ich habe nicht behauptet, dass die „Anilinflecke" in meiner Fig. 9 gleich gewöhnlichen Kernkörperchen seien, sondern ich habe grade ausführlich beschrieben und begründet, dass sie keine solche sein können, wofür ich besonders auf meine p. 702—703 l. c. verweise. Dagegen habe ich schon damals beschrieben (p. 608—701, 702—3), was hier ausführlicher gestützt ist, dass es, abgesehen von den Verdickungen oder Knoten des Netzes, noch wirkliche Nucleolen in geringerer Zahl giebt, den bekannten „Kernkörperchen" entsprechend, welche in den Knoten oder den

Balken des Netzes liegen. Dass Klein diese wahren Nucleolen nicht gefunden hat und dass er überhaupt zu seiner obigen Ansicht über die Nucleolen kommen konnte, ist mir nur erklärlich durch die Annahme, dass er sich zu ausschliesslich an Chromammonium- und Chromkalipräparate gehalten hat (s. das darüber Gesagte oben), denen seine Beschreibung in vollendeter Treue entspricht.

Ich sehe in dieser Abhandlung absichtlich noch davon ab, mich über die Nucleolen näher auszulassen, da es mir besser scheint, die Untersuchung darüber zuvor noch auszudehnen. Ich hebe nur erstens noch einmal hervor, dass die Nucleolen wirklich besonders beschaffene und abgegrenzte Dinge sind und nicht identisch mit Verdickungen der Netzbalken, oder gar Schrumpfungen des ganzen Netzwerks. Ein Chromsäureobject mit schärfstgezeichneten Nucleolen und unsichtbarem Netzwerk ist dafür der einfachste Beweis (Fig. 8 Taf. XV ab, Fig. 2 Taf. XVII ab). Auf diese Specificität der Nucleolen gegenüber den Strängen habe ich schon von vornherein an einem Object, wo sie in die Augen springt, hingewiesen (Anodonta 22), und Auerbach hat sich seither in demselben Sinne geäussert (6, p. 11).

Zweitens, dass in der Regel 1—2, seltener mehr, grössere Nucleolen vorkommen, dagegen oft noch viele und zuweilen sehr viele kleinere. — Ich glaube dies besonders erwähnen zu müssen, obschon Auerbach (3) bereits vor Jahren auf das Vorkommen zahlreicher Nucleolen (multinucleoläre Zustände) hingewiesen hat; denn ich muss annehmen, dass Auerbach in vielen dieser Fälle nicht wahre Nucleolen, sondern Netzknoten vorgelegen haben, die er eben auch Kernkörperchen nannte, was bei der damaligen Lage der Kenntnisse vollkommen motivirt war. Bei dieser meiner Angabe sind aber natürlich nicht Netzknoten, sondern die wahren, kleineren Nucleolen gemeint.

Drittens, dass es noch die Frage ist, ob alle grösseren und kleineren Nucleolen aus einer und derselben Substanz bestehen, oder ob es unter ihnen, und selbst in ihnen, noch Differenzen giebt. — Ich habe für den Kern der Eizellen von Unio, Anodonta und Tichogonia (21, p. 259, Fig. 3, 4, und 22, p. 17 ff. Fig. 14 ff.) nachgewiesen, dass derartige Differenzen bestehen, und zwar, was schon länger bemerkt war (Leydig bei Cyclas, Hessling bei Najaden) a) in dem grösseren Kernkörper selbst; er besteht aus zwei Theilen, deren verschiedene Reaction und Tinction a. a. O. beschrieben wurde (Haupt- und Nebentheil des grossen Kernkörpers); b) auch untereinander differiren die Nucleolen; die kleinen des Muscheleies reagiren ebenso, wie der Nebentheil des grossen Kernkörpers, während der Haupttheil des letzteren (es ist der kleinere, aber stärker lichtbrechende) sich ganz anders verhält. — O. Hertwig (40) hat in neuester Zeit diese Beobachtungen wiederholt und bestätigt, und an den Kernkörpern anderer Eizellen (Siphonophoren, Würmer, Echinodermen, Mollusken) ähnliche Verhältnisse gefunden.

Die Bezeichnungen, die O. Hertwig für die verschiedenen Theile der

Nucleolen in diesen Fällen in Gebrauch giebt: Nuclein und Paranuclein (l. c.), mögen künftig, wenn die Chemie des Kerns fester steht, vielleicht sehr passend verwendet werden können. So, wie sie bis jetzt formulirt sind, können sie, wie mir scheint, aber zu Missverständnissen führen. Die Chemie versteht ja unter Nuclein eine Substanz des Kerns, die gewiss nicht bloss das repräsentirt, was in diesen Eikernen als Haupttheil des Nucleolus vorliegt, sondern noch viel mehr vom Kern.

Allgemeines.

Es bleibt noch übrig, mit wenigen Worten die allgemeine Frage nach dem biologischen Wesen des Kerns zu berühren. Ich habe dabei weder die Absicht, neue Hypothesen zu machen, noch alte aufzunehmen, denn ich glaube, wir wissen noch so wenig Thatsächliches über Morphologie, Physik und Chemie des Kerns und der Zelle, dass wir zunächst am Besten thun unsere Kenntnisse in dieser Richtung zu vervollständigen. Ich will aber einige Puncte hervorheben, die ein Recht haben bei jedweder theoretischen Betrachtung über den Kern berücksichtigt zu werden.

1. Die gesammte Substanz des Kernes ist anders beschaffen, wie die übrige Substanz der Zelle. Der einfachste Beweis ist die Tinction, wenn nicht schon überhaupt das Ansehen der Kerne und die Wirkung der Reagentien (s. das in Abschnitt 1 B bei „Tinctionsmittel" Gesagte). — Dies mag Mancher selbstverständlich finden, dennoch ist es nicht überflüssig daran zu erinnern. Denn von mehreren Seiten ist der Kern in bald mehr, bald minder bestimmter Ausdrucksweise nur als ein besonders abgegrenzter Theil des Zellplasma gefasst, auch wohl geradezu Protoplasma genannt worden; derartige Aeusserungen finden sich bei Bütschli (13), bei Heitzmann (35), bei Stricker (69).

Auerbach, nach dessen Anschauung Kerne allerdings sich als anfangs hüllenlose Tropfen im Plasma bilden und später erst Hülle und Innenkörper sich daran differenziren, hat doch am fertigen Kern die Kernkörperchen „mit der Substanz junger Zellen identisch" genannt (obwohl doch auch junge Zellen wieder differenzirte Kerne und darin differenzirte Innenkörper haben).

Nach dem Allen und vielem Anderen könnte man sich den Gedanken bilden — dem ich mich eben nicht anschliessen möchte —, die Substanz des Kerns, resp. seiner einzelnen Theile sei nichts Anderes als Zellplasma, das sich in einem etwas verdichteten (wie Stricker sich ausdrückt, „abgekapselten") Zustand befinde. Stricker betont zwar selbst, „es läge Grund zu der Vermuthung vor, dass mit der Abkapselung des Kernes auch eine chemische Aenderung vor sich gehe" (69 p. 19). Mir scheint aber, es liegt nicht nur Grund zu solcher Vermuthung vor, sondern das ist die nächstliegende Annahme, von der wir auszugehen haben. Wenn ich in der Zelle einen Körper finde, der sich optisch und gegen Reagentien constant anders verhält,

wie der übrige Zellleib, wenn ich sehe, dass dieser Körper, der Kern, bei Tinctionen sich intensiver färbt wie der Zellleib, bei negativer Goldbehandlung hell bleibt, während der Zellleib dunkelt; wenn ich hinzunehme, was im Grunde noch viel wichtiger ist, dass sich in den Kernen Substanzen finden, welche von dem Zellplasma und selbst von den Eiweisskörpern überhaupt durchaus chemisch verschieden sind[1]) — so denke ich zunächst daran, dass der lebende Kern auch chemisch irgendwie anders constituirt sein wird wie die übrige Zellsubstanz. Erst wenn sich irgend etwas gegen diese Annahme geltend machte, was aber meines Wissens bis jetzt nicht der Fall ist, würde ich eine Erklärung der obigen Verhältnisse darin suchen, dass etwa die Substanzen des Kerns verdichtetes Zellplasma seien. Natürlich schliesst auch die erstere Annahme, die einer chemischen Verschiedenheit, nicht aus, dass die geformten Theile des Kerns dichter sein können wie das Zellplasma, und ebenso wenig, dass sie unter Umständen so rasch, wie in Stricker's Beobachtungsfällen, sich aus dem Plasma hervorbilden und wieder rückbilden können.

2. Wenn man den fertigen Zellkern ein Bläschen nennt, wie dies vielfach in Gebrauch ist, so muss dieser Ausdruck nicht ganz strict genommen und richtig verstanden werden. Er ist berechtigt, insofern wirklich eine Wandschicht den Kern umgiebt. Aber der Inhalt ist keine homogene Flüssigkeit oder Masse, in welcher festere Theilchen frei und beweglich suspendirt sind, sondern der Inhalt hat als Grundlage seiner Structur[2]) das Gerüst und neben diesem eine Zwischensubstanz.

3. Wenn man hiernach den ganzen Kern als ein in sich zusammenhängendes, von Hohlräumen mit Zwischensubstanz durchbrochenes, spongiöses Gerüst ansehen will, so ist im Ganzen dagegen nichts einzuwenden; nur ist dabei noch Rücksicht auf die Nucleolen zu nehmen, welche ja nach Allem, was hier entwickelt wurde, noch besondere und differenzirte Dinge in dem Netzwerke sind.

Schwalbe hat nach seinen Befunden an Ganglienzellenkernen die Ansicht über die Ausbildung des Kernes aufgestellt (64 p. 32), dass die Substanz, aus der die spätere Kernmembran und die Nucleolen bestehen, anfangs gleich-

---

1) Ich verweise auf die neueren chemischen Arbeiten: Miescher Med. chem. Untersuch. von Hoppe-Seyler, Heft 4 1871, Hoppe-Seyler (ebenda), Plósz (Pflüger's Archiv 1873, 7, 371—390), Jaksch (ebenda Bd. 13 p. 469), Lubavin (Ber. d. chem. Ges. 10. 2237) u. A.

2) Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass ich mit diesem Worte dem Gerüst nicht irgend welche Starrheit und Härte zuschreiben und ebenso wenig annehmen will, dass es in soiner Anordnung stets sich gleich bliebe. Die Substanz mag sehr weich sein, sie mag sich vielfach physiologisch und morphologisch verändern können, aber sie ist darum nicht minder eine Structur zu nennen.

mässig durch den ganzen Kern vertheilt, nur von kleinen Vacuolen gleichmässig durchbrochen sei; dass durch das Wachsthum dieser Vacuolen jene Substanz zerrissen, rareficirt, zu Strängen ausgedehnt werde, bis von ihr beim alten Kern nur die Kernmembran, die Nucleolen und einzelne jener Stränge übrig bleiben. Da ich Kerne von Ganglienzellen noch wenig studirt habe, kann ich kein Urtheil über sie fällen und muss dies um so mehr vermeiden, als ich durch freundliche Mittheilung Schwalbe's weiss, dass er seine Kernkörperfortsätze und die von mir beschriebenen Netze nicht für identische Dinge hält. (Vergl. auch Schwalbe u. Hoffmann, Jahresb., Lit. 1876). Für meine Objecte aber muss ich daran festhalten, dass die Nucleolen etwas materiell Anderes sind, wie das Netzwerk und die Membran, und möchte mich also der von Schwalbe gewählten Eintheilung des Gesammtkernes in „Nucleolarsubstanz" und „Kernsaft" (l. c. p. 33) nicht anschliessen.

Bei der Wahl der Bezeichnungen für die Theile des Kernes: Kernwand (Synon. Membran), Kerngerüst (Netz), Nucleolen und Zwischensubstanz bin ich rein morphologisch verfahren und hoffe, dass man mir in Letzterem Recht geben wird. Wenn wir künftig mehr Sicheres über die Function wissen, werden mehr physiologische Namen den Vorzug verdienen; dass es für sie jetzt noch nicht Zeit ist, liegt auf der Hand.

Den Vorschlag, entweder jene Bezeichnungen zu benutzen, oder durch noch passendere, aber jedenfalls bestimmte und morphologische zu ersetzen, thue ich, weil schon jetzt Schwierigkeiten genug durch die verschiedene Wahl der Bezeichnungen an Zelle und Kern entstanden sind.

Viele Biologen sprechen von dem „Protoplasma des Kerns". Andere belegen nicht die ganze Masse des Kerns mit diesem Namen, haben aber nicht so bald Kunde von Strängen und Gerüsten im Kern erhalten, als sie diese auch „protoplasmatische" nennen. Es scheint in der That ein unwiderstehlicher Drang zu bestehen Alles, was lebt und dabei die Form von Strängen oder Fäden hat, Protoplasma zu heissen; und ein starker Glaube daran, dass man durch solche Benennung irgend einen Nutzen stifte.

Mir scheint eine derartige Bezeichnungsweise unzweckmässig und irreführend. Vor allen Dingen müsste man sich zunächst darüber einigen, was man unter Protoplasma überhaupt verstehen will. Da liegen nun zwei Möglichkeiten vor.

1. Entweder: Man versteht darunter im Allgemeinen: lebende und wirkende Substanz. In diesem Sinne, der der „germinal matter" Beale's im Wesentlichen entsprechen würde, ist ja der Ausdruck von Max Schultze und vielen Anderen gebraucht worden, und zwar für das Ganze, was wir jetzt auch Zellenleib zu nennen pflegen. Will man in diesem Sinne verfahren, dann ist es ganz selbstverständlich, dass man auch den Kern mitrechnen und ihn im Ganzen ebenfalls Protoplasma nennen muss; denn Niemand wird behaupten wollen, dass der Kern todt wäre, oder eine viel mindere Lebensenergie hätte, wie der übrige Zellenleib. Man wird aber zugeben, dass diese Ausdrucksweise dann sehr wenig definirenden Werth hätte; denn sie sagt gar

nichts darüber aus, dass die Substanz des Kerns von der der übrigen Zelle augenfällig verschieden ist.

2. Oder: man unterscheidet in der Substanz der Zelle zweierlei: das Protoplasma als den allein, oder vorzugsweise lebenden Theil, und einen anderen Theil von minderer Lebensenergie, den wir nach Kupffer Paraplasma nennen würden. Dann würde man, wenn man von Protoplasma des Kerns spräche, dadurch ausdrücken wollen, dass derselbe ebenso aus zwei Massen von den gleichen Eigenschaften zusammengesetzt sei.

Es haben bekanntlich viele neuere Befunde das Bestreben veranlasst, eine solche Differenzirung des Zellenleibes anzunehmen. Ich meine die vielfach bekannt gewordenen Structuren in Zellenleibern, welche sich in den meisten Fällen darauf zurückführen lassen, dass zwei verschiedenartige Substanzen durcheinandergelagert sind, deren eine mehr die Anordnung von Gerüsten, Netzen oder Fäden, die andere die einer Ausfüllungsmasse zeigt. Solche Befunde haben Heitzmann (35) veranlasst, das Protoplasma in der Zelle überall als in Form von Netzen vertheilt hinzustellen; sie haben Kupffer (48) dazu geführt, als Bestandtheile des Zellenleibes ein Protoplasma und ein Paraplasma zu unterscheiden. Dass derartige Structuren in vielen Zellen (möglicherweise in allen) als natürliche bestehen, wird Niemand bezweifeln, der sich mit dem Gegenstand näher abgiebt; obwohl ich nicht gemeint bin, mich über ihre Beschaffenheit und Form der Ansicht Heitzmann's anzuschliessen. Ich habe oben einen vorläufigen Beitrag für derartige Zellstructuren geliefert, der an noch lebendigen Zellen gewonnen, wohl für sich allein beweist, dass die Substanz der Knorpelzelle differenzirt ist, wenn auch in anderer Form wie Heitzmann annahm. Ich habe sogar gefunden, was mir überraschend genug war, dass die Zwischensubstanz der Fäden in diesem Falle höchst wahrscheinlich flüssig ist, womit ich für andere Zellen keineswegs etwas präjudiciren möchte.

Allerdings, wenn wir auch sicher wüssten, dass Structuren dieser oder ähnlicher Art allen Zellen eigen sind, so würde ich darum noch kein Recht sehen, die eine dieser Substanzen, die gerüst- oder fadenförmig angeordnete, für alle Fälle als die ausschliesslich lebende zu betrachten.

Auch unter der obigen Voraussetzung 2. nun müsste es, wie ich meinte, verfehlt sein, wenn man auch im Kern die Stränge und Kernkörper Protoplasma, das Uebrige etwa Paraplasma des Kerns nennen wollte, und zwar aus folgenden Gründen:

a. Diese Ausdrucksweise würde zu dem Gedanken führen können, dass das Protoplasma resp. das Paraplasma des Kerns, und das der Zelle die gleiche Substanz sei. Dass es nicht so ist, zeigt ja jede Tinction und zeigen die neueren chemischen Resultate; ich erinnere an die Arbeiten aus Kühne's Laboratorium u. a.

b. Es würde eine solche Ausdrucksweise darauf schliessen lassen, dass die Substanz des Kernes ausser den Strängen und Nucleolen nicht lebend, oder mehr inert sei wie jene. Das wäre aber vor der

Hand eine reine Hypothese; um so mehr da wir sehen, dass bei der Theilung auch von dieser Zwischenmasse des Kerns etwas in die Kernfigur mit eingeht.

Aus all diesen Gründen halte ich es für nicht empfehlenswerth, und ausserdem für ganz unnöthig, von Protoplasma des Kerns oder im Kern zu reden. Es bliebe nun der Ausweg, das Netz und die Nucleolen nebst der Kernwandschicht mit dem von E. van Beneden gebrauchten Namen Nucleoplasma oder besser Karyoplasma zu belegen, die übrige Zwischensubstanz Karyoparaplasma, oder mit einem kürzer zu bauenden Wort zu benennen. Da aber hiermit nichts darüber ausgesagt wäre, dass die Nucleolen gegenüber den Netzbälkchen und -Knoten noch etwas Besonderes darstellen, was doch der Fall ist: so bleibe ich zunächst bei den von mir gewählten Benennungen, weil sie in dieser Beziehung schärfer unterscheidend sind. Wenn ich nur zunächst dem Sachverhalt zu seinem Recht verhelfen kann, so ist mir um die passenderen Namen, die später gemacht werden können, nicht bange.

Richard Hertwig (41) hat vor drei Jahren vorgeschlagen, am Kern zwei Substanzen, als Kernsubstanz und Kernsaft, zu unterscheiden, und die Namen sind seitdem hie und da in der Literatur aufgetreten. Ich habe Einiges zur Kritik dieser Ausdrücke früher ausgesprochen (23), und die fortgesetzte Untersuchung, besonders auch das Studium der Theilungserscheinungen, kann mich nur darin bestärken sie nicht ohne Weiteres anzuwenden. Als Hertwig sie formulirte, war ihm noch nicht bekannt — obwohl ich es für ein Object schon genau beschrieben hatte (22) — dass die wahren, scharf abgegrenzten Nucleolen etwas anderes sind, als das Netzwerk, dass sie nicht etwa bloss durch Concentrirung desselben entstehen; es war noch nicht bekannt, dass überhaupt die Netzwerke eine normale Structur vieler, wenn nicht aller Kernarten sind, Hertwig betrachtete sie vielmehr in den wenigen Fällen, die ihm zur Kenntniss gelangt waren (Eizellen) sogar als etwas in den Kern Hineingewachsenes, woran heute Niemand, der den Gegenstand ernstlich untersucht, mehr denken kann. Es ist ganz begreiflich, dass unter jenen Umständen Hertwig auf den Gedanken kommen konnte, alles Geformte im Kern als eine Substanz zu fassen und mit einem Namen zu belegen; aber dieser Standpunkt ist eben hinfällig geworden.

Trotzdem, wenn wir uns bloss auf den ruhenden Kern beziehen, so würde man immerhin die Kernnetze, Kernmembran und Nucleolen zusammen Kernsubstanz, und die Zwischenmasse Kernsaft nennen können, obwohl das eine sehr summarische Benennung wäre, und man dazu die Voraussetzung machen müsste, dass die letztere homogen und flüssig sei; dies ist möglich, aber nicht erwiesen. Aber mit Bezug auf die Theilungserscheinungen würden diese Namen leicht zu Verwirrungen führen und sind in der That schon im besten Zuge dazu. Es ist ganz selbstverständlich und gerechtfertigt, wenn man dahin tendirt, mit dem Namen Kernsubstanz die Masse im Kern zu kennzeichnen, welche in die Theilungsfigur und die neuen Kerne eingeht, mit dem Namen Kernsaft das, was übrig bleibt oder doch minder

activ mitwirkt. Und in diesem Sinne finden sich denn auch neuerdings (s. Strasburger 67, 68) die Namen gebraucht. Dann aber bezeichnen sie etwas ganz anderes, als es Hertwig wollte. Nach des Letzteren Definition (l. c., Satz 4, b, β) hätte man bei den meisten pflanzlichen und thierischen Zellen unter der Kernsubstanz nur die Membran und abgegrenzten Nucleolen, wie sie lange bekannt sind, zu verstehen; es kann aber Niemand daran denken, dass bloss diese Dinge allein in die Theilungsfigur eingehen. Und auch dann, wenn man ausser der Membran auch das Netz in dem Namen Kernsubstanz mit einbegreifen will, genügt dies nicht, denn es kommt bei der Theilung (s. u.) ja auch noch etwas aus der Zwischenmasse des Kerns hinzu.

Es würde mir nach alledem ganz zweckmässig scheinen, die bequemen Hertwig'schen Namen beizubehalten, aber nicht in ihrem ursprünglichen, zugleich morphologischen Sinne, sondern in der eben gedachten, mehr physiologischen Bedeutung: indem wir nämlich dabei das Verhalten bei der Theilung zu Grunde legen und dasjenige, was ich in Ermangelung eines Besseren öfter „tingirbare Substanz des Kernes" genannt habe, kurz Kernsubstanz nennen, und den Rest Kernsaft. Die erstere repräsentirt dann jedenfalls den wichtigsten Factor bei der Theilung [1]). In diesem Sinne würde „Kernsubstanz" ganz mit Dem zusammenfallen, was E. van Beneden (7, p. 50) „Essence nucléaire" genannt hat.

Abschnitt 2.

Ueber Zelltheilung in wachsenden und entzündeten Geweben.

A. Schilderung der eigenen Befunde.

Als ich die Arbeit über diesen Gegenstand begann, im Sommer 1877, lagen neuere Angaben darüber von Strasburger, Bütschli, Mayzel und Eberth schon vor. Die ersten eigenen Prüfungen bei Froschlarve und Salamandra zeigten mir, dass sich die Kernfiguren nach Pikrin- und Chrombehandlung in einer Schärfe durch Färbung darstellen lassen, welche für Erkennung des Details sehr hülfreich ist. Von Objecten für die Untersuchung bei Salamandra boten sich von selbst die Blase und die Larve. Leider habe ich

1) Dabei ist dann jedoch der Vorbehalt nöthig, dass die Kernfigur und die Tochterkerne nicht lediglich aus solcher Kernsubstanz zu bestehen brauchen, sondern dass Theile auch aus dem Zellplasma dabei in sie aufgenommen werden können. (Vergl. Abschn. 2.)

mit der ersteren angefangen und dadurch viel Zeit verloren. Die zarte Blase müsste ein prachtvolles, übersichtliches Object zum Studium der Zelltheilung sein, wenn man ihre Zellen bequem experimentell in Theilung bringen könnte. Das gelingt aber sehr schwer und inconstant. Ich habe auf verschiedenen Wegen Epithelproliferation und chronische Entzündung des übrigen Gewebes zu machen versucht (Einbringung von Fremdkörpern in Bauchhöhle und Blase; Einspritzung reizender Fluida; zeitweilige Extraction der Blase und Wiedereinnähen; Abpinseln des Endothels; theilweise Exstirpation). Die meisten Thiere sterben, ehe es zu einer Reaction kommt, und die Blasenwand wird sehr leicht nekrotisch.

Bis jetzt habe ich es nie zu einem Zustand gebracht, wie ihn z. B. Klein am Bauchfell erreichte, den man chronische Entzündung oder Gewebswucherung nennen könnte. Das einzige was ich erzielte (durch Einbringen von Glassplittern, Schrotkörnern in die Blase, eine bei einiger Uebung leichte Operation) waren Epithelzellenvermehrungen, aber selten in grösserer Menge. Sehr schön und massenhaft finden sie sich dagegen bei Thieren, in deren Blase Distoma cygnoides schmarotzt. Ich habe derartige Präparate der Blase vielfach mit benutzt, mich aber wegen der genannten Schwierigkeiten dann zu der Larve gewandt, bei der ich bald reichlich fand was ich suchte und die ich hier der Beschreibung zu Grunde lege. Ich constatire nur vorweg, dass die Theilungen der Blasenepithelien des erwachsenen Thiers ganz dieselben Erscheinungen zeigen, wie ich sie von der Larve beschreibe. Ebenso die Hautepithelien der alten Thiere.

An der Larve (über die Behandlung und Cautelen s. o.) sind pigmentarme Stellen der Schwanzflosse das beste Object, um Zellentheilungen im Epithel lebend zu beobachten. Die wundervoll durchsichtigen Kiemenblätter zeigen, w. o. g., das lebende Epithel überhaupt nicht, lassen dagegen die sich theilenden Kerne eben erkennen (gerade wie bei Triton, Mayzel), aber doch zu blass, als dass man genug sähe. Theilungen von Bindesubstanz- und Blutzellen sind an den Kiemenblättern sehr klar, werden aber zu selten getroffen. Für Knorpelzellentheilungen ist dagegen die Copula und die Kiemenbogenknorpel der Larve sehr brauchbar, nur kann man sie nicht vom Anfang bis Ende verfolgen, da das Object zu rasch abstirbt.

Dagegen sind die Kiemenblätter wie geschaffen, um conser-

virte und gefärbte Präparate von Zelltheilungen zu geben, da es dafür kein weiteres Schneiden und Präpariren braucht. Ich habe zum Conserviren sehr viele gebräuchliche und nicht gebräuchliche Reagentien versucht, bin aber immer auf drei derselben zurückgekommen, die am besten erhalten und am meisten zeigen: Pikrinsäure, Chromsäure und, weniger schön, Goldchlorid.

Die Pikrinsäure (concentrirte Lösung) erhält die Gewebselemente, bis auf die feinsten Fäden einer Kernfigur, in so tadelloser Regelmässigkeit, wie dies überhaupt von einem Reagens verlangt werden kann, — denn freilich, Aenderungen in der äusseren Form des ruhenden Kerns, und wahrscheinlich körnige Gerinnung in seinem Innern, werden auch durch sie bewirkt. Nur muss man sich vor Schimmelbildung hüten; wo diese eintritt, giebt es leicht Veränderungen der ruhenden Kerne und dann Tinctionsbilder derselben wie in Fig. 15 Taf. XV.

Ein Hauptvorzug der Pikrinsäurebehandlung ist, dass sie nachträglich sehr schöne Kernfärbungen mit Hämatoxylin oder (weniger gut) Carmin gestattet. Die Säure muss vor der Tinction gut ausgewaschen sein; die Hämatoxylinlösung ist am besten stark verdünnt. Uebrigens verweise ich für dies Reagens und die Chromsäure, die sehr schöne Anilintinctionen zulässt, auf das oben (Reagentien) Gesagte. Durch Goldchlorid werden die Kernfiguren oft etwas verzerrt und gestatten keine gute Färbung.

Von lebenden Theilungen im Epithel habe ich einmal eine vom Stadium Fig. 1 Taf. XVI durchverfolgt bis zur Phase Fig. 3 k (dauerte über 5 Stunden), aber, da doch schliesslich das Gewebe matter wird und die Theilungen oft sistiren, mich sonst immer mit der Hälfte oder dem Drittel der ganzen Reihe begnügt, indem ich bald mit einem Anfangsstadium (Fig. 1 Taf. XVI), bald in der Mitte (Fig. 4a, 3a) begann. In dieser Weise habe ich über zwanzig Beobachtungsreihen durchgeführt und stets Uebereinstimmendes gefunden.

Beschreibung der Zelltheilung bei Salamandra (nach dem lebenden Object) unter Vergleichung gefärbter Präparate.

In der Beschreibung halte ich mich zunächst an die Epithelzellen der Flosse resp. der Kiemenblätter (andere Zellen s. u.). —

Bei einer gut gefütterten Larve braucht man nicht lange zu suchen, um an der Schwanzflosse zwischen den ruhenden Kernen solche in verschiedenen Stadien der Theilung zu finden, welche sowohl in der oberflächlichen als in der tiefen Zellenschicht getroffen werden. Die frühesten Phasen, die sich lebend erkennen lassen, zeigen Folgendes:

1. Phase: Entstehung eines feinfadigen Korbgerüstes mit enggewundenen Fäden (Fig 1 Taf. XVI, 2 c Taf. XVII, 15 Taf. XVIII): Statt des blass aber scharf begrenzten ruhenden Kerns (dessen Beschreibung Abschn. 1 A) wird die Mitte der Epithelzelle von einem nicht scharf begrenzten blassen Körper eingenommen, der oft um etwas oder auch bedeutend grösser ist wie ein ruhender Kern, und der im lebenden Zustand dicht und fein granulirt aussieht (Fig. 1 Taf. XVI). — Diese Körnung ist aber nur Schein: das Tinctionsbild dieser Phase (Fig. 2 c Taf. XVII, Fig. 15 Taf. XVIII) zeigt mit grösster Klarheit, dass es sich um ein zusammenhängendes, dichtes, regelmässiges Gerüst von zierlich gewundenen Fäden handelt, die lebend zu blass sind, um in toto sichtbar zu werden, so dass die optischen Quer- und Schrägschnitte ihrer Windungen den Eindruck jener Körnung (Fig. 1 Taf. XVI) hervorbringen. An aufgehellten Tinctionspräparaten kann man sich überzeugen, dass von Kernkörperchen in diesem Fadengewinde nichts mehr zu finden ist. Dagegen besteht noch jetzt eine scharfe Abgrenzung der Kernfiguren gegen das Plasma, allerdings nur an gefärbten Objecten (Taf. XVII Fig. 3) sicher zu stellen als ein feiner, aber scharfer Contour (m). Derselbe kann aber mit der alten Kernmembran nicht mehr identisch genannt werden, denn er ist zarter und nicht immer so deutlich, wie sie, tingirbar; vielleicht ist er ein Rest von ihr, vielleicht nur der Ausdruck der Grenze zwischen Kernmasse und Plasma — aber es ist Gewicht darauf zu legen, dass diese Grenze auch noch in diesem Stadium eine scharfe, eine Vermischung von Kernmasse und Plasma also für dasselbe noch jedenfalls auszuschliessen ist.

Dies gewundene Fadengerüst ist viel dichter, viel regelmässiger durch den Kern vertheilt und viel bedeutender an Masse, wie das Gerüst des ruhenden Kerns; die Fäden des ersteren sind ganz oder nahezu gleich dick, was ja beim letzteren nicht der Fall ist. Hieraus ergiebt sich schon, dass die Vermuthung ausgeschlossen werden muss, es wäre etwa dieser Fadenknäuel

nur eine morphologische Umordnung des ruhenden Kerngerüstes. Es kann nur noch die Frage sein, ob der Fadenkorb im Anschluss an das letztere entsteht, oder ob er als vollständig neue Bildung aus einem Zustand heraus auftaucht, in welchem der Kern homogen geworden ist. Diese Frage musste ich mir stellen mit Hinblick auf die Meinungen Auerbach's (4, 5, 6) und Strasburger's (67, 68) (s. u. das Nähere), deren Erster eine vollständige Karyolyse, der Letztere ein Homogenwerden des Kerns vor der Theilung annimmt.

Die Blässe des lebenden Epithels erlaubt nicht die Formen zu erkennen, welche der Phase 1 noch vorangehen; aber die Reagentien entscheiden über die eben aufgeworfene Frage, so viel mir scheint, mit ausreichender Deutlichkeit. Wäre die erwähnte Meinung Auerbach's oder Strasburger's für mein Object zutreffend, so müsste man bei vielem Suchen in gut erhaltenen und gut gefärbten Präparaten, die dicht voll Zellentheilungen stecken, doch irgend einmal auf Zellen treffen, welche entweder kernlos erscheinen, oder homogene Kerne führen, oder endlich — gesetzt den Fall, dass die Reagentien gerade dies Stadium stark veränderten — irgend welchen absonderlichen Zustand der Kerne zeigten, der darauf zu beziehen wäre. Von allem dem findet man nichts, sondern Folgendes:

1. Zahlreiche Kerne (z. B. fast an jedem Kiemenblatt der Larve einige, oft viele) von den Formen der Fig. 14 Taf. XVIII, 16 Taf. XVII, 15 Taf. XVIII, 12 Taf. XVIII. Sie sind vor den ruhenden Kernen ausgezeichnet durch eine verschiedengradige Verschärfung, Verdichtung und Verfeinerung des Netzwerks und zeigen dasselbe deutlich auch bei solchen Reagentienwirkungen, bei welchen in den ruhenden Kernen überhaupt keine Reticula zu sehen sind (wie in Fig. 2 b Taf. XVII, vergl. deren Erklärung). Ferner ist solchen Kernen eigenthümlich, dass ihre Zwischensubstanz weniger intensiv blau oder roth gefärbt ist, wie bei den ruhenden Kernen, dagegen umgekehrt und zwar ungefähr in gleichem Maasse, das Reticulum stärker gefärbt wie das ruhende Kerngerüst (Vergl. Fig. 1 a ruhend und b Taf. XVII sowie Fig. 13, 14, 15 Taf. XVIII, in welchen die Tinction durch die Schattirung ausgedrückt ist). Solche Kerne sind häufig (nicht immer) etwas grösser wie die ruhenden. In manchen von ihnen lassen sich noch einzelne stärkere Verdickungen des Netzwerks erkennen (Fig. 12

und 14 Taf. XVIII); je feiner und dichter dieses ist, desto gleichmässiger dick sind seine Stränge und desto mehr zeigen sie, zuerst namentlich in der Peripherie, Neigung zu gewundenem Verlauf (siehe die Figuren, in denen oben die Einstellung auf die Peripherie, unten die auf den Mittelschnitt gezeichnet ist).

2. Es kommen allerdings einzelne derartige Kerne zur Beobachtung, wo nur hie und da gewundene oder verästelte Fäden herauszukennen sind von einer Feinheit, die bis an die Grenze des Sichtbaren geht und wo ausserdem nur eine dichte feine Granulirung zum optischen Ausdruck kommt. Solche Formen finde ich aber an dem Object, welches gerade besonders grosse Kerne hat, an dem Kiemenblattepithel nicht. In anderen, kleinkernigen Geweben trifft man vielfach Formen, die nur aus einem Körnerhaufen zu bestehen scheinen, in denen aber ein stärkeres System oder besonders gutes Licht doch hie und da Fäden erkennen lässt.

Für das richtige Verständniss der Zeichnungen ist noch Eines anzuführen. In Fig. 13 Taf. XVIII, 2 b Taf. XVII und 1 a Taf. XVII sind zum Vergleich ruhende Kerne gezeichnet, welche entweder (die 2 ersteren) durch und durch sehr fein gekörnt sind und nur die Nucleolen zeigen, oder (der letztere) ausser dem dargestellten Netzwerk eine derartige Körnung in der Zwischensubstanz und namentlich in der Peripherie bieten. Diese feinen Körnchen haben mit den oben beschriebenen Theilungserscheinungen nichts zu schaffen, sondern sind Chromsäureproducte; die Kerne sind, wie gesagt, ruhende; so wie sie, sehen alle solchen Kerne im Präparat aus — ich verweise dafür auf Abschnitt I B, Chromsäure.

Solche feine Gerinnungskörnchen nun finden sich auch in den reticulirten Anfangsformen der Theilung (Fig. 14 Taf. XVIII) noch vor, aber hier derartig gelagert, dass sie einmal die Peripherie des Kerns einnehmen, sodann an den Netzsträngen entlang, doch ungleichmässig vertheilt sind. Je dichter, je regelmässiger und je schärfer gefärbt in den Anfangsformen der Theilung das Reticulum ist, und je blasser vice versa die Zwischensubstanz, desto weniger findet sich von diesen Körnchen (in Fig. 15 Taf. XVIII, Fig. 2 c Taf. XVII gar nichts mehr).

Da ich nun diese Körnchen als Gerinnungen, oder doch als Reagentienerscheinungen in der ruhenden Zwischensubstanz des

Kerns erklären konnte (Abschnitt I), so ergiebt sich, wie mir scheint, aus dem eben Beschriebenen ein Schritt zum Verständniss der inneren Veränderungen des in Theilung tretenden Kerns. In seiner Ruhe ist die Zwischensubstanz färbbar wie das Netzwerk und die Nucleolen, nur in geringerem Maasse. In dem ausgesprochenen Knäuelstadium (Fig. 2 c, 3, 4 u. weiter Taf. XVII) giebt es dagegen keine tingirbare Zwischensubstanz mehr. Die Bilder der Fig. 13, 14, 15 Taf. XVIII, sowie Fig. 1 a b Taf. XVII bieten sich nun fast von selbst als Uebergänge von dem ersteren zum letzteren Zustand. In der Kernruhe war tingirbare Substanz auch in der Zwischenmasse des Kerns ziemlich reichlich anwesend, daher die erhebliche Mitfärbung dieser Zwischenmasse: Fig. 1 a Taf. XVII, Fig. 13 Taf. XVIII. Nehmen wir jetzt an, dass sie mit der Vorbereitung zur Theilung in die geformten Theile des Kerns, in das Netzwerk, hinübergenommen wird (wobei die Nucleolen in letzterem zugleich jedenfalls ihre Form aufgeben und schwinden, resp. sich vertheilen müssen). Wo diese Hinübernahme der tingirbaren Substanz in die Netztheile noch nicht vollständig erfolgte, da färbt sich die Zwischensubstanz noch blass mit (Fig. 14 Taf. XVIII, 1 b Taf. XVII) und es giebt noch unveränderte Reste von ihr, in welchen die Reagentien ebensolche Körnchen darstellen können, wie im ruhenden Kern (nie kommen solche Körnchen in weiter vorgeschrittenen Theilungsphasen, wie Fig. 2 c, 3, 4 Taf. XVI vor!). Im weiteren Lauf schwinden dann auch diese Reste, wie in den eben citirten Figuren, es giebt jetzt im Kern keine Substanz mehr, welche körnig gerinnen könnte; alles Tingirbare ist in die Balken aufgenommen. Diese sind also an Masse gewachsen und vertheilen sich dabei in ziemlich gleichmässigen Windungen durch den Kern. Alles dies schreitet zunächst an der Peripherie des Kerns vor.

Ich gebe in Fig. 12 Taf. XVIII, auf Grundlage eines Objects, aber etwas schematisirt, eine vergrösserte Darstellung zum Verständniss des Gesagten: Die blassere Substanz, die sich noch in der Nähe der Balkenwindungen hält, würde noch tingirbare Masse enthalten und würde bei Reagentienbehandlung noch feinkörnig gerinnen. In Fig. 15 würde auch diese Substanz verbraucht sein.

(In den Abbildungen sind — s. die Erkl. — nicht alle sichtbaren Verbindungen der Fäden gezeichnet, da das bei

diesem Format der Zeichnungen nicht möglich wäre; es sind aber noch viel mehr da, und in Fig. 15 Taf. XVIII, Fig. 1 b, 2 c Taf. XVII ist gar nicht mehr zu unterscheiden, ob es überhaupt Unterbrechungen der Fäden giebt. Isolirte grössere Körnchen sind hier nicht mehr vorhanden; die dunkler gefärbten Puncte in Fig. 1 b Taf. XVII stellen optische Querschnitte von aufsteigenden Balken dar.)

Dass eine derartige, wirkliche Umsetzung der Substanz im Kern erfolgen muss, liegt ohne Weiteres auf der Hand; man braucht nur daran zu denken, dass die Zwischensubstanz des Reticulums in der Ruhe tingirbar war, während der Theilung aber die Tingirbarkeit aufgiebt. Es ist an sich ausgeschlossen, dass etwa der Fadenknäuel des sich theilenden Kerns bloss eine morphologische Umordnung des ruhenden Netzwerks, einschliesslich der Nucleolen wäre. Das lehrt schon einfach die Thatsache, dass die Masse des Fadenknäuels bedeutend grösser ist, wie die des ruhenden Kerngerüstes, und dass — um mir diese Ausdrucksweise zu gestatten — die Quantität der Farbe, die der Korb bei der Tinction in sich ansammelt, sich als ebenso gross schätzen lässt wie die, welche im ruhenden Zustande der ganze Kern, einschliesslich seiner Zwischensubstanz, aufnimmt.

Dass die Anfänge der Korbform als vollständige morphologische Neubildungen aus einem Zustand anschössen, wo der Kern vollständig homogen geworden wäre (Auerbach, Strassburger), findet also in den beschriebenen Befunden keine Stütze.

Es scheint mir nach dem Allen folgende Auffassung am Nächsten zu liegen und folgender Ausdruck dafür ein möglichst objectiver zu sein: Die erste Metamorphose des Kerns bei der Theilung besteht darin, dass seine sämmtliche tingirbare Substanz, auch die in den Nucleolen und der Membran enthaltene, allmählig in das Kerngerüst einbezogen[1]) wird, welches dadurch wächst, sich zunächst verfeinert und unter Schlängelung seiner Bälkchen sich gleichmässig durch den Kernraum ausdehnt; also eine so völlige morphologische Umwandlung erleidet, dass man es mit dem Gerüst des Ruhezustandes nicht mehr vergleichen kann. Ich muss

1) Natürlich verstehe ich darunter nicht eine active Wanderung, sondern eine Umordnung, die möglicherweise auch chemischer Art sein kann.

diese Auffassung aber als Hypothese stehen lassen, da der Verlauf am lebenden Object nicht zu verfolgen ist.

Die Annahmen Auerbach's und Strasburger's, mit denen ich hiemit in Collision komme (s. o.), sind darauf gestützt, dass an ihren Objecten der Kern beim Eintritt in den Theilungsprocess homogen aussah (Strasburger ll. cc., in vielen Fällen), oder dass er ausserdem noch eine undeutliche, oder gar keine Abgrenzung gegen das Zellplasma bot (Auerbach l. c.). Es wird aber durch diese, gewiss objectiv völlig richtigen Beobachtungen nicht ausgeschlossen, dass es sich auch in allen diesen Fällen im Princip ebenso verhalten könnte, wie in dem meinigen. Denn es ist sehr möglich und sogar wahrscheinlich, dass ein Pflanzenkern, der Kern eines Wurmkeimes u. a. m. in dem betreffenden Stadium, frisch oder nach Behandlung mit Alkohol oder Osmium (Strasburger,) ganz homogen erscheint und nichts von den Dingen erkennen lässt, welche bei meinen relativ grossen und deutlichen Objecten auch nur durch Pikrin- oder Chrombehandlung und scharfe Tinction zu erkennen sind. Im lebenden Zustand sind diese ersten Anfangsstadien, die noch vor meiner Fig. 1 Taf. XVI liegen, wie gesagt, nicht zu erkennen, oder nicht klar von ruhenden Kernen mit undeutlicheren Netzen zu unterscheiden.

Noch in einem anderen Punct, der diese Phase und auch die folgenden betrifft, stimmen meine Befunde nicht ganz mit anderen Angaben. Fast alle Untersucher, mit denen ich hier in Beziehung komme, finden ein Anfangsstadium, in welchem discrete Körner im Kern vorkommen. Auch Strasburger hat in seiner neuesten Publication (68) diesen Zustand erwähnt, allerdings als Ausnahmefall, für Embryosackkerne von Nothoscordum fragrans und Pollenkörner von Rheum (l. c. Fig. 46, 47); er sagt darüber: „Dass ein solcher Zustand sich nicht in allen Kernen besonders markirt, kann ich, auf meine früheren Erfahrungen hin, besonders auf Spirogyren gestützt, sicher behaupten. Er mag bei sehr wasserreichen Kernen am ausgeprägtesten sein, in dichten Kernen dagegen nicht in Erscheinung treten." Er könnte darum trotzdem vorhanden sein! — Schon früher hat Bütschli (13 p. 38 ff.) ein derartiges Auftreten von gröberen Körnern im Kern an den Spermatozoenkeimzellen von Blatta und an Nebenkernen von Infusorien (l. c. p. 122) als Vorbereitung zur Theilung beschrieben; ähnliches gab Schneider für die Eier von Mesostomum (s. Strasburger letzte A. p. 524), O. Hertwig für die der Hirudineen, R. Hertwig für den Kern von Spirochona gemmipara an (ll. cc.). Man findet ferner in allen den neueren Mittheilungen, welche die Theilung von Gewebszellen betreffen (Mayzel, Eberth, Schleicher, Peremeschko ll. cc.), das Auftreten von „glänzenden Körnern und Fäden" im Kern erwähnt; Mayzel beschreibt (54) Kerne, „ganz erfüllt von groben, gleich grossen, rundlichen Körnern"; Peremeschko giebt an, „dass zuerst kleine, dann grössere Körnchen erscheinen", die sich ferner „in bald dickere, bald feinere Fäden umwandeln". Schleicher sagt sogar, dass „die Fäden durch Zertheilung Körner bilden, und umgekehrt erstere durch das Aneinanderlegen letzterer gebildet werden können".

Es wäre gewiss unberechtigt, über alle diese Befunde ein Urtheil abzugeben, ohne sämmtliche Objecte gesehen zu haben. Ich halte mich vor der Hand an die meinigen und constatire, dass an ihnen von einem solchen rein körnigen Anfangsstadium nichts zu finden ist. Dabei muss ich den Leser, der meine Taf. XVII u. XVIII ansieht, zunächst vor dem Verdacht bewahren, dass die feine Granulirung in den Kernen, welche z. B. Fig. 2b Taf. XVII, Fig. 13 Taf. XVIII zeigen, hier in Rede kommen könnte, was, mit Rücksicht auf die Kleinheit der Körnchen, auch wohl keiner der citirten Untersucher annehmen wird. Die Kerne in diesen Figuren sind ruhende, an denen das Netzwerk durch die Behandlung unkenntlich ist; so wie sie sehen alle ruhenden Kerne in den Präparaten aus, und die feinen Körnchen sind Ergebnisse der Pikrin- oder Chrombehandlung, worüber Näheres so eben und früher gesagt wurde. Fig. 14 Taf. XVIII dagegen ist ein Anfangsstadium der Theilung: in ihm sind nicht gröbere gleichvertheilte Körner zu sehen, sondern verschärfte Netze, und an diesen unregelmässig vertheilt feinste Körnchen, die mit denen in den ruhenden Kernen offenbar gleichwerthig sind. Da diese Körnchen in beiden Fällen nur durch Reagentienwirkung sichtbar werden, da sie nur in den Fällen auftreten, wo noch tingirbare Zwischensubstanz vorhanden ist, nicht aber in den späteren Theilungsstadien (Fig. 2c, 3 ff. Taf. XVII), so liegt die Annahme am nächsten, dass sie Gerinnungen der Zwischensubstanz des Kerns sind.

Von den Stadien der Fig. 2c Taf. XVII weiter gehend, finden wir erst recht keine Körner. Allerdings, wo die Windungen der Fäden noch so fein sind wie in dieser Figur, kann man zweifelhaft sein, ob ein anscheinend rundes Körperchen ein Kern, oder der optische Schnitt eines Fadens ist; es bleibt unmöglich, bei der Feinheit der Züge und Dichtigkeit der Windungen auch selbst in diesen scharfgefärbten und aufgehellten Objecten die Entscheidung darüber zu treffen. Wenn das aber hier schon so ist, wie schwer muss es dann an dem zarten lebenden Object sein, auf das sich z. B. Peremeschko (Triton, 59) bezieht. Dürfte ich die Verhältnisse bei Triton nach denen von Salamandra beurtheilen, so würde ich sagen, dass mir das lebende Object (meine Fig. 1 Taf. XVI) ganz denselben Eindruck machen würde, wie ihn Peremeschko beschreibt, dass mich aber die Färbung dahin belehrt, dass die anscheinenden Körner meiner Fig. 1, 2 u. a. auf Taf. XVI nur optische Schnitte sind.

Die übrigen Angaben sprechen zum Theil von Körnern auch noch in Stadien, wo der Fadenkorb viel lockerer geworden ist und welche meinen Figuren 3 bis 8 auf Taf. XVII entsprechen. Dass in diesen Stadien bei Salamandra keine Körner, sondern nur Fäden vorliegen, ist schon mit Hartnack 7 aufs Sicherste zu entscheiden (Fig. 4 Taf. XVII).

Mit Rücksicht auf alles Dieses habe ich vorläufig die Vermuthung geäussert, dass die Angaben, welche von körnigen Anfangsstadien reden, wenigstens viele davon, vielleicht nur ihren Grund in der Kleinheit der untersuchten Kerne haben mögen. Suche ich mir bei Salamandra kleinere

Kerne, als es die grossen, flachen der Plattenepithelien sind, z. B. die Kerne der Schleimzellen (Fig. 22, 23 Taf. XVII, Fig. 4 a b Taf. XVI) der Bindesubstanzzellen, der rothen Blutzellen (Fig. 21 b) oder Knorpelzellen, so gewähren die Anfangsstadien Bilder, bei denen in der That unter mittelstarken Linsen nichts anderes sichtbar zu sein scheint, als ein Körnerhaufen, und in vielen Fällen auch mit stärkeren Systemen nichts Anderes hervortritt; in anderen dagegen (z. B. Fig. 22) zeigt eine stärkere Vergrösserung und gutes Licht doch Windungen, wo vorher nur Körner erschienen.

Ich muss es trotzdem natürlich dahingestellt sein lassen, ob nicht an andern Objecten zu Anfang freie Körner die Rolle der Fäden übernehmen, wogegen ja a priori nichts zu sprechen scheint. Es könnte ja sein, auch wenn der Process im Wesentlichen so verliefe wie ich oben hypothetisch annehme, dass dabei eine Trennung der Bälkchen in der Continuität erfolgt und Körner entstehen. Wenn aber auch in den jetzt folgenden Stadien an sehr nahestehenden Gewebszellen (Amphibien: Schleicher, Peremeschko) noch Trennungen der Fäden in freie Körner, und Wiederverschmelzungen der letzteren vorkommen sollten, so würde mich dies in der That Wunder nehmen; denn es ist vollkommen sicher zu stellen, dass dergleichen bei Salamandra nicht vorkommt.

Ausser den bisher besprochenen Erscheinungen ist noch eine Aenderung in der Gesammtform des in Action tretenden Kerns, in vielen Fällen wenigstens, deutlich ausgesprochen: er geht aus der stark abgeflachten Ruheform in eine Gestalt über, die sich mehr der kugeligen nähert, was man durch die Schraube leicht feststellen kann. Selten wird aber eine vollständige Kugelform erreicht, meist nur die einer flachgewölbten Convexlinse. Aehnliche Verdickungen erleiden die activ werdenden Kerne anderer Gewebe: der Bindesubstanz, der Muskeln, der Gefässwände und der rothen Blutzellen. — Dass ausserdem in vielen, aber nicht allen Fällen eine vorherige Vergrösserung, also ein vermehrtes Wachsthum des ganzen Kerns eintritt, wurde schon erwähnt.

An dem Protoplasma der Zelle, welche in Theilung tritt, sind folgende Veränderungen bemerkbar: 1. es geht der ganze Zellenleib, ebenso wie es eben vom Kern beschrieben ward, aus der flachen in eine mehr gerundete Form über, was allerdings zum grössten Theil oder ganz auf die Verdickung des Kerns zu schieben ist. Die Zellen, welche in Theilung gehen wollen, erscheinen wegen dieser Form bei hoher Einstellung etwas glänzender wie die ruhenden, was ihr Auffinden erleichtert (angedeutet in Fig. 1 Taf. XVI). Indem die Zelle sich zu solcher Form ballt, erfolgt aber keineswegs eine vollständige Trennung von ihren

Nachbarinnen. In denjenigen Gegenden des Epithels, welche breite Intercellularspalten haben (Seitenlinie des Schwanzes, Kiemenblätter u. a.) werden diese dabei noch etwas verbreitert und die zarten intercellularen Stränge und Lamellen stärker angezogen (Fig. 4 n. o Taf. XVI aus einem späteren Stadium, aber es kann dies auch anfangs ganz fehlen, wie in Fig. 1, 4 b). An den anderen Orten aber, wo solche Intercellularspalten fehlen oder verschwindend eng sind, bleiben die Ränder der sich theilenden Zelle mit den benachbarten meist eng in Berührung; die Ecken der Zelle werden in vielen Fällen etwas abgerundet, aber indem dann die Nachbarzellen nachdrängen, wird die Berührung erhalten. Manchmal vermisst man überhaupt jede Gestaltveränderung des Zellenumfanges auch noch bis in späte Theilungsphasen hinein (s. die Formen der sich theilenden Zellen auf Taf. XVII u. XVIII, die nur zum Theil gerundet sind) und es scheint danach die hier besprochene anfängliche Ausrundung des Zellkörpers für die Theilung von keinem fundamentalen Belang zu sein.

3. Wichtiger ist eine innere Veränderung im Zellenleibe: Schon in diesem Stadium existirt in ihm, wie ich kurz sagen will, eine dicentrische Anordnung, den künftigen Theilungspolen der Kernfigur entsprechend. Das einzige Kennzeichen dafür sind allerdings die Pigmentkörnchen oder Fetttröpfchen, in jüngeren Larvenzuständen auch Reste von Dotterkörnchen, die sich im Plasma finden und in der ruhenden Zelle entweder gleichmässig rings um den Kern, oder ganz unregelmässig vertheilt liegen. Wenn aber der Kern in die erste Theilungsphase tritt, haben sie sich zu zwei Gruppen geordnet (Fig. 2, 6, 8 Taf. XVI). Bei Kernen, die von elliptischer Form sind und diese Form bei der ersten Phase noch einhalten (viele werden dabei allerdings rund contourirt) entspricht die künftige Theilungsebene der Zelle bei diesen Epithelien in der grössten Mehrzahl der Fälle der kleinen Axe des Kernellipsoides[1]); und man kann hiernach bei solchen Kernen meist vorauswissen, dass man die Körnerhaufen — ich will sie kurz Polkörner nennen — um die Endpuncte der grossen Axe antreffen wird. — Die Zahl der Körner in den Zellen ist meist gering, daher die Gruppen nie recht dicht. In einzelnen Fällen, wo die Theilungsaxe der Zelle stark schräg gegen die Ob-

1) Ausnahme s. in Fig. 15 u. Fig. 8 Taf. XVIII.

jecttischebene lag, habe ich eine deutliche radiäre Anordnung der Körner gesehen (Fig. 6 a Taf. XVI); wo diese Axe horizontal ist, wird dies nicht möglich sein, auch wenn eine solche Anordnung existirt, da der Körnerstern flach ausgebreitet an dem Kernpol liegt und von der schmalen Seite gesehen wird. Eine so regelmässige Strahlung, wie in den Eizellen, kann man hier nicht erwarten, da eben die Körner viel zu spärlich sind. In Zellen, wo sie fehlen, ist von dieser dicentrischen Gruppirung im Plasma überhaupt nichts wahrzunehmen, obwohl sie wohl ebenso gut existiren wird. Ich muss hier noch bemerken, dass in den stark braun pigmentirten Epithelien, welche an der Rückenseite des Schwanzes vorkommen, dieses Pigment nicht in die zwiefache Gruppirung eintritt. Seine Körnchen sind äusserst fein, und scheinen in dem Plasma in einer festeren Weise localisirt zu sein, die keine Verschiebung nach den Polen gestattet. Für die eben geschilderte Erscheinung muss man sich an die ventrale Hälfte oder die Seitenlinie des Schwanzes halten.

Wenn auch an diesen die Thatsache, dass die Körner in zwei Polgruppen angesammelt sind, auf den ersten Blick einleuchtet, so ist doch oft die Unregelmässigkeit ihrer Gruppirung so gross (s. die Figuren, welche sie naturgetreu wiedergeben), dass man vielleicht fragen wird, was mich berechtigt sie mit der so zierlichen und regelmässigen Strahlung in den Eizellen zu vergleichen. Darauf wäre zu antworten: erstens, dass die Körner sich überhaupt in zwei Gruppen ordnen, ist schon fast allein Analogie genug; zweitens, die radiäre Anordnung ist in einigen Fällen, wie gesagt, erkennbar, und drittens: die Spärlichkeit und ungleiche Grösse der Körner resp. Tropfen in den Epithelzellen erklärt genügend die Unregelmässigkeit der Bilder. Man denke sich in einem Ei mit einer Doppelsternfigur die Zahl der Dotterkörner auf 20 bis 50 reducirt und diese von sehr verschiedenen Grössen, denke sich ferner die aus solchen Körnern zusammengeordneten Sterne abgeflacht und von der Seite gesehen: dann würden ähnliche Bilder herauskommen wie hier. — Leider habe ich bis jetzt kein Object gefunden, bei dem man die lebende Zelltheilung genau von einem Pol aus beobachten könnte; in solchem Fall würde, wie ich meine, auch selbst hier die Sache überall deutlich sein.

Das Vorkommen von radiärer Anordnung im Plasma bei der Zelltheilung ist ausser bei Eizellen und Zellen der ersten Furchung (s. das Literaturverzeichniss) jetzt auch gefunden worden von E. van Beneden (7 p. 51) für Ektodermzellen des Kaninchenkeims, von Grobben (34, Taf. 3 Fig. 17) bei Samenzellen von Decapoden. Schon früher hat Klebs (46) radiäre Formation des Plasma bei Epithelregeneration erwähnt.

Ich habe absichtlich viele der betreffenden Anfangsformen gezeichnet, und würde, um dem Leser das Gesagte recht zu motiviren, am Liebsten Hunderte zeichnen: denn grade die Massenhaftigkeit derartiger Bilder und die Fülle von Nuancen der Uebergangsformen in der Dichtigkeit des Netzes ist es, was der oben vorgetragenen Ansicht, der wenigstens theilweisen Ableitung der Theilungsgerüste von den ruhenden Gerüsten, ihre Hauptstütze giebt.

2. Phase: Lockere Knäuelform oder Korbform des Mutterkerns[1]) Fig. 2 a b Taf. XVI, Fig. 2 c, 3, 4, 5, 6, 7 Taf. XVII, die beiden letzten schon auf dem Uebergang zur folgenden, der Sternform).

Beobachtet man einen metamorphosirten Kern wie in Fig. 1 Taf. XVI einige Zeit, so treten allmählig die scheinbaren Granula gröber, isolirter hervor, und bald erkennt man deutlich gewundene Fäden (Fig. 2a Taf. XVI), die sich aber der Blässe wegen nicht deutlich im Zusammenhang darstellen. Die Färbung solcher Objecte zeigt auf's Evidenteste, dass dieser Zusammenhang wirklich vorhanden ist (s. d. betr. Fig. 3 Taf. XVII). Der Kern stellt ein sehr zierliches, überall in sich zusammenhängendes Gerüst von geschlängelten, gleichdicken Fäden dar, welche scharf tingirbar sind; die Zwischensubstanz dagegen nimmt jetzt keine Spur von Färbung mehr an, und es giebt im Kern keine feinkörnigen Massen (resp. Gerinnungen) mehr. Die Nucleolen waren schon vorher geschwunden. Die Fäden lockern sich nach und nach, und ihre Verlaufsrichtung geht dann bei der Mehrzahl

---

1) Zur Orientirung bemerke ich, dass Eberth (15) und auch Mayzel unter Faserkörben nicht dies Stadium, sondern das meiner Fig. 3a Taf. XVI, Fig. 11 Taf. XVIII, 4 f—k Taf. XVI verstehen, das, was ich unten Tonnen resp. Halbtonnen nenne. Von einem Korb würden die letzteren Formen nur das Gerippe repräsentiren. Der von mir früher gebrauchte Vergleich des obigen Stadiums (Fig. 2c, 3, 4 Taf. XVII) mit einem Korbe passt auch wieder nicht, weil dabei wieder nur das Flechtwerk in Rücksicht kommt, das allerdings in der Peripherie der Figur immer am dichtesten liegt. Der Ausdruck Knäuel passt ebenfalls nicht, da er auf den Gedanken bringen könnte, dass die Fäden um ein bestimmtes Centrum gewickelt lägen, was nicht der Fall ist. Ich werde hier meist den Namen Knäuel anwenden, um Verwechslungen mit Eberth's Faserkörben zu vermeiden. In meiner letzten Mittheilung (25) ist die Phase 2 stets Korb genannt.

derselben senkrecht oder nahezu so gegen die Längsaxe des Kerns (Fig. 4 Taf. XVII), ein Verhalten das ganz typisch (und hier noch viel ausgesprochener) bei der Ausbildung der jungen Kerne nach der Theilung wiederkehrt (s. Fig. 2, 3 Taf. XVIII).

Vergleicht man abschätzend die Masse des Korbgerüstes dieser Form mit der Masse der tingirbaren Substanz in den früheren Phasen, so kommen Beide immer etwa auf's Gleiche heraus. Vergleicht man aber die Dicke der Fäden, so nimmt sie in der Phase 2 gegenüber der Phase 1 erheblich zu; und zugleich nimmt die Dichtigkeit der Windungen ab. Der Gedanke, dass diese Verdickung der Fäden durch Verschmelzung benachbarter zu Wege kommen könnte, ist auszuschliessen. Denn erstens vermisst man vollständig Bilder, bei denen die Fäden zum Theil noch von der Dünne der Phase 1, zum andern Theil von etwa doppelter Dicke wären; und andererseits trifft man auch alle Uebergangsformen von den feinfadigen dichtgewundenen Fadenknäueln zu den grobfadigen, lockergewundenen. Daraus ergiebt sich schon Folgendes als die nächstliegende Vorstellung über die Art, wie diese Umwandlung zu Stande kommt: die Fäden des feinfadigen dichten Korbes — oder man könnte ebenso gut sagen: der Faden, da anfangs Alles in sich zusammenhängt — verkürzen sich der Länge nach, und wachsen dabei in der Dicke, vergleichsweise etwa so — nur viel langsamer — wie eine Muskelfaser sich contrahirt, oder eine Gummischnur aus dem Zustande der Dehnung zusammenschnurrt; und verschieben sich dabei langsam in der Art, dass sie immer in möglichst gleichmässigen Abständen von einander bleiben.

Denn sehr allmählig verläuft der Process, und es ist am lebenden Präparat nicht möglich, die Verdickungen der Fäden und ihre Lageverschiebung anders, als durch eine Reihe successiver Zeichnungen sicherzustellen.

Die Einstellung auf das Randprofil der Kernfigur gegen Ende dieser Phase zeigt, dass der scharfe Contour, der an Stelle der alten Kernmembran im Anfang (Fig. 3 Taf. XVII) noch vorhanden war, jetzt fehlt und dass die Kernmasse also nicht mehr scharf gegen das Plasma abgegrenzt ist. Aber es findet sich jetzt an den lebenden Präparaten sowohl (Fig. 2 Taf. XVI), wie an den gehärteten, eine helle Zone um die Kernfigur. Sie wächst gegen das Ende dieser Phase und in der folgenden oft erheblich. Vielfach

lassen sich in diesem hellen Raum an den conservirten Präparaten zarte, oft verästelte Stränge beobachten, die die Peripherie der Kernfigur, und später die Strahlen des Sterns mit dem Zellplasma verbinden (Fig. 10 Taf. XVII, Fig. 5 Taf. XVIII), die ebensowohl präformirte Dinge, als Gerinnung sein können. Eberth, der Erste der diese helle Zone bei thierischen Gewebszellen erwähnt (l. c.), rechnet sie zum Kern. Strasburger (l. c. p. 522) sieht darin „ausgestossenen Kernsaft". Ich bemerke hier nur, dass eine Auffassung dieser hellen Höfe als reine Artefacte ausgeschlossen ist, da sie, wie ich zeigte, auch am lebenden Object zu sehen sind (Fig. 2 Taf. XVI). Doch ist es möglich, dass sie an gehärteten Präparaten sich durch Schrumpfung der Kernmasse und des Plasma vergrössern, da eine derartige Veränderung, nur in viel geringerem Maasse, vielfach auch an den ruhenden Kernen vorkommt, und auch hier schmale helle Zonen um die Kerne zeigt, die blosse Artefacte sind (Eine Spur davon in Fig. 2 a Taf. XVII). — Ueber die Deutung der hellen Höfe Einiges im Schlussabschnitt.

3. Phase: Sternform des Mutterkerns. (Fig. 3 c bis f u. a, Taf. XVI; 8, 9 bis 12 Taf. XVII; 5, 10, 16 Taf. XVIII.) An der lebenden Theilung sieht man während des Ueberganges zu dieser Phase das Fadengeflecht sich etwas lockern, und Fadenschlingen sich peripheriewärts in den hellen Raum ausdehnen. Die Mitte bleibt undeutlich. Tinctionspräparate zeigen für den Uebergang zu diesem Zustand eine Lagerung der Fäden, in welche sich oftmals schwer Ordnung bringen lässt (Fig. 8, auch noch Fig. 5 Taf. XVII); bald aber folgen Gruppirungen, in denen sich eine typische Lagerung der Fäden darstellt, wenn auch nicht in allen Fällen gleich deutlich. Es finden sich nämlich centrale und periphere Umbiegungen der Fäden — ich will kurz Fadenschlingen sagen, wie dies Fig. 6 u. 7 Taf. XVII zeigt; (in beiden ist jedoch ein Theil der peripheren Schlingen schon durchbrochen). Wie der Zustand der letzteren beiden Figuren, in dem die Fäden schon radiär neben einander angeordnet sind, aus dem Fadengewinde in Fig. 3, 4 Taf. XVII hervorgeht, lässt sich direct nicht sehen; aber es ergiebt sich aus den offenbar dazwischenliegenden Stadien Fig. 5 Taf. XVII (wo ja die runde oder elliptische Kernform noch wie in Fig. 3 bewahrt ist, also liegt es vor Fig. 6) wohl hinreichend, dass die Fäden des Gewindes unter zu-

nehmender Verdickung, in Abschnitte zerfallen [1]) die sich zunächst so durcheinander winden, dass die Mitte fast frei bleibt; dabei kommt es sehr häufig, dass einzelne Fadenbruchstücke in der Peripherie zeitweilig ganz isolirt abgerückt werden, wodurch sehr unregelmässige Bilder entstehen können (hier nicht gezeichnet); endlich ordnen sich diese Fäden zu einer Art Kranzform (Fig. 6 Taf. XVII), in der die Mitte frei bleibt (nicht immer deutlich).

Ich habe nun zwar noch nie einen solchen Kranz gefunden, an welchem nicht irgendwo an der Peripherie schon einige Fäden frei geendet hätten (wie dies später alle thun s. Fig. 8—11); aber doch sehr viele, wo die grosse Mehrzahl hier in der Peripherie schlingenförmig umbiegt, wie in Fig. 6 [2]); und ebenso ist das im Centrum des Kranzes der Fall, s. Fig. 6, 7. — Es ist mir nun noch fraglich, wie diese Anordnung aus der in Fig. 4, 5 hervorgeht. Am bequemsten zu construiren wäre dieser Uebergang durch die Annahme, dass sich jeder Fadenabschnitt in Fig. 5 ungefähr zur Form eines Fragezeichens biegt, und dass dessen Enden zu einer 8 verschmelzen, dergestalt dass die eine Schlinge peripher, die andere central zu liegen käme. Ich will die gewagte Behauptung, dass es wirklich so ist, nicht auf mich nehmen; aber so viel lässt sich behaupten: dass die Stadien in der Reihe Fig. 4, 5, 6 auf einander folgen müssen, dass in den letzteren die meisten Fäden durch centrale und periphere Schlingen zusammenhängen (die, welche man frei findet, können sich schon getrennt haben, vergl. Fig. 11), und, dass die obige Annahme in der That am besten zu dem passen würde, was nun folgt (vergl. besonders Fig. 11).

Es entsteht nämlich nun aus dem Kranz ein Stern, und zwar in der Weise, dass zunächst die peripheren Fadenschlingen sich trennen. Dass hier freie Enden entstehen, sieht man schon deutlich an dem blassen lebenden Präparat (Fig. 2 c d Taf. XVI). Die Art ihres Entstehens lebend zu sehen, ist mir

1) Ob dies vorher, in den Formen der Fig. 2 c. 3 und 4 schon erfolgt, ob hier der ganze Knäuel schon sichere Discontinuitäten hat, bleibt mir bei der Dichtigkeit der Windungen auch mit Hartn. 12 unsicher. , Ebenso kann ich nicht sagen, ob in dem Stadium der Fig. 3 u. 4 kurze Anastomosen der Windungszüge vorkommen; es scheint nicht so zu sein.

2) Auch am lebenden Object lassen sich einzeln solche Schlingen erkennen, Fig. 2 b Taf. 2.

bisher nicht geglückt; es würde dafür nöthig sein, eine der blassen Schlingen (Fig. 2 b Taf. XVI) grade in horizontaler Lage zu haben, wenn sie sich trennt, und das wird bei den Epithelzellen, deren Kerne wie gesagt in der Theilung nicht flach ausgebreitet bleiben, sich schwerer finden wie z. B. bei grossen Endothelzellen, wo die Kerntheilungsfigur sehr flach bleibt. Solche lassen sich bei meinem Object nicht lebend in Theilung verfolgen. Aber ihre Tinctionsbilder (Fig. 11 Taf. XVII) und auch oft die der Epithelzellen zeigen genügend, dass es sich wirklich so verhält, wie ich eben angab. In Fig. 11 (s. Erkl.) ist eine periphere Schlinge (bei s^1) noch erhalten, auf der andern Seite (bei s^2) stehen sich die gekrümmten Enden zweier Fäden so gegenüber, dass wohl Jeder an einen vorherigen Zusammenhang derselben denken wird; und solche Bilder kommen öfter zur Fixirung. Nur ist zu betonen, dass die Trennung der Fadenschlingen wohl nicht immer in der äussersten Peripherie zu geschehen braucht, denn vielfach findet man Strahlen, die in der Peripherie noch zur Schlinge umbiegen, und erst deren rücklaufenden Schenkel frei enden lassen.

In der Mitte der Sternfigur bleibt in einigen Fällen ein deutliches freies helles Feld erkennbar (Fig. 7 Taf. XVII, und 7 Taf. XVI), in welchem nichts Tingirbares enthalten ist. Meistens aber liegen hier die Fäden eng gedrängt.

Ob alle centralen Schlingen jetzt zunächst erhalten bleiben, ist schwer zu entscheiden, da sie namentlich bei mehr gerundeten Kernen ein sehr dichtes Gewirr bilden. In dem Zustand der Fig. 11 Taf. XVII sind jedenfalls keine freien Fadenenden nach centralwärts zu finden. Die centralen Schlingen brauchen nicht überall auch die Nähe des Centrums zu erreichen, oft biegen sie näher dem Umfange um.

Aber noch anderweite Ordnung in diesem Stadium lässt sich herauskennen, wenn auch mit rechter Klarheit nur in einzelnen Fällen, besonders bei Endothelien und flachen Bindesubstanzzellen; und diese beansprucht besonderes Interesse, weil sie anzeigt, dass eine dicentrische Gruppirung schon jetzt in der Sternfigur waltet, — was freilich, unsichtbarer Weise, schon früher der Fall sein mag. Die peripheren Schlingen resp. Strahlenenden, welche sich zuerst getrennt haben, sind diejenigen, welche nach den Theilungspolen zu liegen; es sind bei länglichen Zellen zugleich die längsten (Fig. 11 oben und unten bei p). Die dem Theilungs-

aequator benachbarten Strahlenenden werden zuletzt frei (dieselbe Fig. bei a) und sind im gleichen Fall die kürzeren. Bei mehr runden Zellen verschwindet dieser Längenunterschied.

Die Strahlen haben in vielen Fällen keine gradlinig radiäre, sondern geschwungene Richtung, so dass die Figur ophiurenartig aussieht (Fig. 9, 10, auch 11 Taf. XVII, 16 Taf. XVIII, oft noch stärker). In solchem Fall ist auch durch die Richtung, in welcher die Strahlen beider Hälften gebogen sind, oft die Bipolarität angedeutet.

Bei einzelnen, allerdings seltenen Theilungen aber zeigt sie sich besonders auffallend. Es finden sich wahre Doppelsterne (Fig. 9 Taf. XVII) mit völlig getrennten Centren. Ich habe nur wenige solche gesehen, und zunächst daran gedacht, dass sie vielleicht Varianten, oder Verkrüppelungsformen des Theilungsprocesses sein könnten. Diesen Gedanken weiss ich auch bisher nicht zu widerlegen. Es bleibt aber auf der anderen Seite auch ganz denkbar, dass in den meisten Fällen die beiden Centren einander so nahe liegen und durch die vielen centralen Schlingen so undeutlich werden, dass die Zwiefachheit der Centrirung nicht erkennbar ist, und es nur in Ausnahmefällen wird.

Bisher habe ich nun eine weitere merkwürdige Erscheinung übergangen, die in manchen der eben citirten Figuren dem Leser schon aufgefallen sein wird: die Fäden halbiren sich der Länge nach. Es kann dies schon am Ende des Knäuelstadiums, oder im Verlauf der jetzt beschriebenen 3. Phase geschehen: dem entsprechend trifft man bald einfache bald doppelte Fäden in allen diesen Zuständen (Fig. 6, 7 Taf. XVII). Die Fäden können sogar einfach bleiben noch während des Zustandes der Formveränderungen des Sterns. Dass aber ihre Längenspaltung ein typischer Vorgang ist, steht für Salamandra ausser allem Zweifel schon wegen der grossen Masse derartiger Bilder.

Die Fadenhälften liegen bei Epithelkernen und rothen Blutzellenkernen fast genau parallel (viele Figuren), bei Endothelien und oft bei Bindesubstanzzellen leicht divergirend (Fig. 11 Taf. XVII). Ihre Enden sind vollkommen frei, zuweilen ganz leicht verdickt, und oft sind beide Fadenenden eines Paares kurz in gleicher Richtung umgerollt (viele Figuren).

Weiter rücken die Fäden vollständig der Länge nach auseinander, und es entsteht so ein feinstrahliger Stern, mit dop-

pelt so zahlreichen und halb so dicken Radien wie vorher (Fig. 12 Taf. XVII).

Dass diese Längstheilung der Fäden (bei Salamandra wenigstens) ein wesentliches, constant durchlaufenes Stadium ist, ergiebt sich einfach daraus, dass auch in dem folgenden Stadium (Aequatorialplatte) die Fäden stets nur etwa von der halben Dicke sind, wie bei den noch einfachstrahligen Sternen (vergl. z. B. Fig. 16 Taf. XVIII und 10 Taf. XVII mit 13 Taf. XVII).

Von einer derartigen Spaltung der Fäden hat bisher kein Untersucher der Kerntheilung etwas mitgetheilt; ich habe mich daher zunächst gefragt, ob vielleicht Wirkungen der Reagentien im Spiel sein könnten, so undenkbar dies auch demjenigen erscheinen muss, der die Erscheinung an Pikrin- und Chrompräparaten immer in gleicher Weise wiederfindet. Ich kann jeden solchen Gedanken ausschliessen, da es mir in einigen Fällen geglückt ist, die Doppelfäden auch lebend zu sehen. Es gelingt das nur bei sehr flach ausgedehnten Zellen, welche über eine jüngere, tieferliegende Leydig'sche Schleimzelle hinweggespannt liegen; oder unter welchen sich in einer Zelle der tiefen Schicht eine Vacuole gebildet hat, wie sie öfters während der Beobachtung, unbeschadet des Ablaufs der Zellentheilungen, kommen und wieder verschwinden. In Fig. 5 Taf. XVI lag der linke Theil der Zelle, welche sich in Theilung, Knäuel- zu Sternphase, befand, flach ausgedehnt über einer jungen Schleimzelle und in ihm sah man deutliche Doppelfäden. Zuweilen, an recht hellen Theilen der Flosse, gelang es mir auch in mehr gerundeten Zellen einzelne Fäden der Sterne als doppelt zu erkennen. Bei der Blässe des Objects kann man nicht mehr erwarten; und es ist kein Wunder, dass andere Untersucher an viel kleineren Kernen nichts von der Erscheinung gesehen haben.

Dass man diese Sternformen so massenhaft in den fixirten Präparaten trifft, hat seinen einfachen Grund: die Figur des Sterns, oder Schlangensterns, bleibt relativ lange bei Bestand, in einigen Fällen beobachtete ich sie über zwei Stunden lang. Aber sie ändert dabei ihre Form in langsam ablaufenden Perioden, die man kurz Systole und Diastole nennen kann. In der Diastole ist der Stern, etwa den Raum einer Kugel einnehmend, gleichmässig ausgedehnt und reicht mit seinen Enden polarwärts bis dicht an die Körnergruppen (Taf. XVI Fig. 2d). In der Systole behält er

diese Ausdehnung am Aequator, aber retrahirt sich von den Polen, indem die polaren Strahlen sich schräg auf die äquatorialen herabdrängen (Taf. XVI Fig. 2 e f), so dass ein flachgedrückter und sogar noch von jedem Pol aus trichterförmig vertiefter Stern resultirt. Ob die polaren Strahlen sich dabei stark verkürzen, kann ich noch nicht feststellen, da man, wie mehrfach erwähnt, bei den Epithelien immer senkrecht auf die Theilungsaxe sieht und also in der Systole stets das Kantenbild und damit ein sehr dichtes Gewirr von Strahlen vor sich hat. Eine mässige Verkürzung ist nach dem Vergleich der Tinctionsbilder (Fig. 10 Taf. XVII, 5, 16 Taf. XVIII) wohl nothwendig anzunehmen.

Die Fäden sind in diesem Stadium zuweilen ganz oder nahezu gradlinig, in andern Fällen geschlängelt oder gebogen.

Ich habe in einem Fall, der durchlaufend hierauf beobachtet wurde, 5 Diastolen (inclusive der anfänglichen Sternphase) und 4 Systolen (exclusive der Aequatorialplatte, s. folgende Phase) gezählt, in einem andern je um 1 weniger. Bei den übrigen lebenden Theilungen, die ich untersuchte, musste die Beobachtung während dieser Phase auf Viertel- und halbe Stunden unterbrochen werden. Ich habe deshalb keine Sicherheit, ob die gewöhnliche Zahl der Systolen 3—4 ist, oder auch viel geringer oder grösser sein kann.

In allen Fällen aber bekam ich den Eindruck, dass die diastolische Ausdehnung gegen die Pole successiv schwächer wird, und in den letzten Diastolen die polaren Strahlen die Pole (resp. Körnergruppen) nicht mehr erreichen.

Es ergiebt sich aus der obigen Beschreibung, dass die äquatorialen Strahlen während dieser Formveränderungen des Sterns ziemlich in Ruhe bleiben und sich in der Systole nur unbedeutend verkürzen und die Hauptveränderung auf die polaren Strahlen kommt.

4. Phase. (Aequatorialplatte oder kurz Mittelplatte, Fig. 2 g Taf. XVI, Fig. 13 Taf. XVII.) Dies Stadium tritt rasch auf und geht rasch vorüber, und wird daher relativ selten durch die Reagentien fixirt; bei der Untersuchung jeder lebenden Epithelzellentheilung aber sieht man es typisch wiederkehren und bei seiner eigenthümlichen Form (Fig. 2 g, Fig. 8 Taf. XVI) verdient es demnach wohl, als besondere Phase vermerkt zu werden [1]).

1) In Fig. 2 g bis e Taf. XVI sind die Fäden vielfach etwas zu dick ausgefallen.

Statt des abgeflachten und von den Polen aus trichterförmig eingetieften Sterns, welcher den Systolen des vorigen Stadiums eigen ist, entsteht eine Fädengruppirung der Art, dass alle Elemente, anfangs etwas geschlängelt, aber bald mehr und mehr parallel der Theilungsaxe gestreckt, mit einander den Raum einer dicken Platte ausfüllen, deren Dicke ungefähr $^1/_5$ bis $^1/_4$, manchmal bis $^1/_3$ der ganzen Zellenlänge beträgt, immer dem Aequator entsprechend liegt und senkrecht gegen die Theilungsaxe orientirt ist. Die Fäden liegen dabei so dicht zusammengedrängt, dass es unmöglich ist die Formen und Gestaltveränderungen der einzelnen nach dem lebenden Object zu beurtheilen. Das letztere (Fig. 2 g, 8 Taf. XVI) — wie überall ist hier nur gezeichnet was zu sehen war, also viele Verbindungen anscheinend fehlend — macht den Eindruck, als seien die Fäden enggewunden und als sei die ganze Figur nach den Polen zu in einer Ebene abgeschnitten. Beides trifft nicht ganz zu, wie es das Tinctionsbild zeigt. An diesem (Fig. 13, weiter 14 Taf. XVII) ergiebt sich erstens, dass die in der Mitte liegenden Fäden ziemlich geradlinig sind und zwar in beiden polaren Hälften symmetrisch geordnet, die peripheren Fäden dagegen Biegungen und Schlängelungen zeigen. Bei der Menge und dichten Lage der Fäden ist es erklärlich, dass man in der lebenden Zelle nichts anderes zu sehen meint als das, was die Figur 2 und 8 Taf. XVI möglichst dem natürlichen Bild entsprechend wiederzugeben sucht. — Ferner sind die den Polen gegenüberliegenden Stellen doch häufig etwas flachconisch eingetieft (was allerdings an der Kernfigur der Fig. 13 gerade nicht der Fall war).

Der Mitteltheil der letzteren Figur hat augenscheinlich eine solche Anordnung, dass man ihn den „Kernspindeln“ vergleichen kann, welche so vielfach von anderen Objecten beschrieben sind (Bütschli, Strasburger, O. Hertwig, Mayzel u. A.). Aber bei den letzteren Spindeln wird erstens fast allgemein eine anfängliche Continuität der Fäden von einem Pol zum andern beschrieben, ferner Verdickungen der Fäden im Aequator, die zusammen die sogenannte Kernplatte bilden. Davon ist hier abweichend, dass Verdickungen der letzteren Art fehlen, und dass schon in diesem Stadium freie centrale Enden der Fäden in der Mitte der Figur zu beobachten sind (Fig. 14, auch 13). Ersteres kann bei Salamandra nicht befremden, da Mayzel für Triton bereits gezeigt

hat (siehe bei Strasburger 68), dass Kernplattenverdickungen der Fäden auch dort fehlen, was von Strasburger selbst l. c. für einige Objecte erwähnt wird. (Näheres im Schlussabschnitt.) Was das freie Aufhören von Fäden im Centrum betrifft, so muss man sich allerdings in diesem dichten Gewirr begnügen, es auch bei guten scharfen Tinctionen nur bei einzelnen zu sehen. Bei anderen, namentlich bei den mehr geschlängelten peripheren Fäden, ist es oft evident, dass sie in der Mitte oder doch meist nahe derselben eine Knickung machen und in anderer Richtung fortlaufen, was ich in Fig. 13 Taf. XVII durch die dunkler blauen Pünctchen angedeutet habe, die also Knickungen, nicht etwa Verdickungen darstellen. In der nächsten Folge ist eine Discontinuität im Aequator bei allen Fäden deutlich.

Viel wichtiger als die Entscheidung, ob Fäden und wie viele jetzt im Aequator frei aufhörend zu finden sind, scheint die andere, ob vorher hier im Aequator alle Fäden zusammengehangen haben oder nicht. Denn dass das Erstere, ein freies Aufhören der beiderseitigen Fäden nach dem Aequator zu, früher oder später bei allen vorliegen muss, beweist ein Blick auf das folgende Stadium (Fig. 14 Taf. XVII, 6, 7, 8, Taf. XVIII). Es fragt sich nur, wie lange sie überhaupt zusammengehangen haben. In dem Stadium der Fig. 13 Taf. XVII sind solche Zusammenhänge in einzelnen Fällen sicher zu finden, wie eben im letzten Absatz gesagt wurde; sie könnten aber secundäre Zusammenlagerungen sein.

Man kann mit Bezug auf dieses Stadium folgende Möglichkeiten hinstellen, ohne bis jetzt eine davon beweisen zu können:

1. Die Massen der künftigen zwei Kerne sind schon vorher während der Sternform präformirt und gruppirt worden, wofür die Sterne mit 2 Centren (Fig. 9 Taf. XVII) sprechen könnten. Es würde dann in dem Stadium der Aequatorialplatte nur eine Umordnung der Elemente erfolgen, und die Zusammenhänge in der Mitte, die ich eben erwähnte, müssten dann als zeitweilige und zufällige Verschmelzungen, oder auch nur Berührungen, von freien Fadenenden gefasst werden, die nichts Besonderes zu bedeuten hätten. — Wenn wir in den Doppelsternen der Fig. 9 Taf. XVII wirklich typische constante Formen haben, so schiene diese erstere Annahme dadurch eigentlich bewiesen. Die Massen der neuen Kerne sind dann schon gruppirt; sie brauchen sich später nur noch umzuordnen, es braucht sich aber nichts mehr zu trennen. — Ich habe aber, wie oben gesagt, die Doppelsterne relativ so selten gefunden, dass ich die Möglichkeit nicht ausschliessen kann, sie möchten nur Störungen oder Varianten des Theilungsprocesses sein.

2. Wenn die Doppelsterne nichts Typisches, sondern Ausnahmen sind,

so kann darum doch die Sonderung der beiden Kernhälften schon früher, als in dem Stadium der Aequatorialplatte, stattgefunden haben. In diesem Fall wird man vor Allem an eine Erscheinung gewiesen: die Längsspaltung der Fäden. Was bedeutet dieselbe überhaupt? Als ich sie auffand, habe ich zunächst daran gedacht, dass sie vielleicht ein Homologon, wenn auch in sehr abweichender Form, der Zweitheilung darstellen könne, welche nach Strasburger's, Bütschli's und O. Hertwig's Befunden die Elemente der „Kernplatte" in den betreffenden Zellen eingehen: dass die eine Längshälfte jedes Fadens in die eine, die andere in die andere Hälfte der Kernfigur, resp. in je einen künftigen Theilkern hineinrücken könnte.

Wenn wir annehmen, dass in dem Stadium der Fig. 11 Taf. XVII die eine Längshälfte des Doppelstrahls a—b [1]), dessen Schenkel im Centrum in einander übergehen, für den einen jungen Kern, die andere für den anderen prädestinirt ist, und dass es sich ebenso bei allen Strahlen verhielte; wenn wir ferner annehmen, — was freilich nicht zu beweisen ist — dass vor dem Eintritt der Phase 4. auch alle die centralen Schlingen (Fig. 11) sich getrennt haben, so dass jeder Doppelstrahl der Fig. 11 in vier Viertel zerfallen ist: so ist dann keine Trennung weiter erforderlich, es brauchen sich die vier Viertel nur so zu verschieben, dass je zwei in jede Kernhälfte hineingelangen, und dies könnte in der Phase der Aequatorialplatte geschehen. Je ein Fadenelement, das in dieser (Fig. 13, 14 Taf. XVII) von der Polarseite der Kernfigur bis zur Aequatorialebene reicht, entspräche einem solchen Viertelstrahl.

Dies würde voraussetzen, dass die Zusammenhänge von beiderseitigen Fäden im Aequator, die man wie gesagt im Stadium der Fig. 13 Taf. XVII, Fig. 6, 7, 8 Taf. XVIII beobachtet, nur secundäre Berührungen oder temporäre Verschmelzungen von Fadenenden sein müssten, die nichts Besonderes zu bedeuten haben.

Ich habe diese Hypothese hier angeführt, weil mir die Längsspaltung der Fäden doch zu merkmërdig erscheint, als dass man nicht versuchen sollte sich Gedanken darüber zu machen. Einstweilen werfe ich sie aber als eine reine Möglichkeit hin, ohne dafür irgendwie präoccupirt zu sein. Ihre Berechtigung steht und fällt mit der Bedeutung der Doppelsterne (Fig. 9 Taf. XVII): wenn diese eine schon erfolgte Gruppirung der künftigen Kernmassen repräsentiren, so kann — wie der Leser ohne nähere Erläuterung verstehen wird — von einer Deutung genau in dem Sinne wie sie eben unter 2. gegeben wurde, nicht mehr die Rede sein.

Dagegen bestände auch dann noch folgende Möglichkeit: Wenn schon je einer der Sterne von Fig. 9 Taf. XVII je einen jungen Kern repräsentirt, so könnten die centralen Schlingen sich trennen, die beiden Centren wieder dicht aneinanderrücken, und nun eine Ordnung der Fadenviertheile in der Art erfolgen, dass die dem Stern a (Fig. 9 Taf. XVII) angehörenden sämmtlich auf die eine Seite, die des Sterns auf die andere Seite bezogen würden.

1) Die Buchstaben sind versehentlich weggelassen.

Der Zustand der Fig. 13 Taf. XVII zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit Kerntheilungsbildern, welche Mayzel im Hornhautendothel des Frosches beobachtet hat und die er so freundlich war mir brieflich mitzutheilen (auch bei Strasburger 68, Taf. XXXIII Fig. 56, publicirt). Um eine regelrechte Spindel aus feinen Fasern her lagern sich Stäbchen und gewundene Fäden von etwa doppelter Dicke jener Fasern; Mayzel vergleicht die ersteren Elemente den ganzen Hälften der faserigen Figur bei Triton (ich füge mit Mayzel's Erlaubniss eine Skizze davon in Fig. 17 Taf. XVIII ein). Auf meine Fig. 13 Taf. XVII bezogen, würden die Elemente in der Mitte derselben sich anscheinend der Spindel in Mayzel's Object, die mehr gewundenen peripheren Fäden jenen anderen vergleichen lassen. Nur existirt bei Salamandra kein Unterschied in der Dicke der Fäden. Ich muss es bis zu weiterer Prüfung in suspenso lassen, ob in beiden Formen wirklich etwas Homologes vorliegt.

Bei fortlaufender Beobachtung der lebenden Aequatorialplatte — die man in ihrer späteren Gestalt auch schon passend Kerntonne nennen könnte — sieht man dieselbe sich verbreitern und abwechselnd Biegungen und wiederum Streckungen der peripheren Fäden um die Mitte her auftreten (Fig. 2 h i k Taf. XVII), was offenbar den verschiedenen Zuständen in der Fig. 13 und 14 Taf. XVII entspricht [1]). Man bemerkt dann eine rasch deutlicher und grösser werdende lichte Marke, welche in der Aequatorialebene die Mitte der Figur durchbricht Taf. XVI (Fig. 4 f g, 3 a).

5. Phase: Trennung der Kernfigur (Fig. 3 a f Taf. XVI, Fig. 6, 7, 8 und 11 Taf. XVIII. Ebenfalls rasch verlaufend). Der Ausdruck soll nur das Auseinanderrücken der zwei Hälften andeuten; denn die Abgrenzung der beiden Kernhälften hat ja bereits stattgefunden.

Jede Hälfte der Figur hat etwa die Form einer breiten Fischreuse, aber mit leicht nach auswärts convexen Stäben, Fig. 3 a. Würde man dieses Stadium von der Polseite sehen, so würde ein Stern erscheinen [2]). Dies kommt jedoch an diesem Epithel nie

---

1) Derselbe Zustand wie bei meiner Fig. 2 k Taf. XVI, liegt wohl bei Eberth's (15) Fig. 9 b Taf. 19 vor.

2) Strasburger zeichnet in Fig. 67 Taf. 23 (68) nach einem Triton-

ganz ausgesprochen zur Beobachtung, da die Zellen sich, wie erwähnt, stets der Fläche nach theilen.

Die Fäden dieser Figur endigen in der Regel nach der Mitte zu frei. Mit Rücksicht auf die Angaben Anderer (67, 61 u. a.), welche als allgemein verbreitete Erscheinung zwischen den auseinanderrückenden Kernplattenelementen feine Fäden, zur Kernsubstanz gehörig, ausgespannt bleiben lassen, und welche gewiss für die betreffenden Objecte richtig sein mögen, — musste ich alle Aufmerksamkeit darauf richten, dergleichen auch hier zu zu sehen. Ich finde, dass hier zwar etwas Derartiges vorkommt; aber die betreffenden Dinge sind hier nicht zur Kernsubstanz zu rechnen.

Freilich finden sich Bilder, die auf den ersten Blick ganz den eben citirten zu entsprechen scheinen. Bei den gewöhnlichen Epithelzellen ist im Leben nichts von solchen Verbindungssträngen der Kernhälften, nach A-zusatz aber zuweilen das zu sehen, was Fig. 9 Taf. XVI zeigt: eine etwas dunklere, in der Mitte eingeschnürte Brücke zwischen beiden Kernhälften. Bei den grossen Leydig'schen Schleimzellen aber (Fig. 4 k bis p) sind solche Stränge auch im Leben ganz klar sichtbar; vielfach undeutlich längsgestreift. Aber diese Stränge sind nicht Fortsetzungen derselben Substanz, aus denen die Kernfäden bestehen; denn sie sind nicht tingirbar. Das Tinctionsbild zeigt dies aufs Deutlichste (Fig. 15, 16, 23 b Taf. XVII). Man sieht an den gewöhnlichen Epithelien bei den reinen und scharfen Kerntinctionen, wie sie in den betreffenden Objecten vorliegen, entweder das farblose Plasma des Zellkörpers zwischen den Kernhälften ebenso gleichartig fein granulirt oder genetzt, wie in der Peripherie (Fig. 16 Taf. XVII); oder, und zwar häufig, es zeigt sich zwischen den ersteren eine längliche, hellere Partie, die von unregelmässig verästelten Strängen durchzogen wird (Fig. 15 Taf. XVII). Diese Stränge hängen wohl mit den Kernhälften zusammen; aber sie zeigen keine Spur von der intensiven Farbe der letzteren, sondern dieselben Nuancen wie das Plasma der Zelle, wo dies überhaupt, wie in Fig. 15, leicht mitgefärbt ist. Ganz ebenso verhält es sich

---

Präparat von Mayzel eine Sternfigur mit der Erklärung: „Die Kernspindel von oben". Ich vermuthe, dass kein solches Bild, sondern eine noch ungetheilte Sternfigur (wie hier in Fig. 11, 12 Taf. XVII) vorliegt.

mit den viel deutlicheren Strängen in den Schleimzellen (Fig. 23 b), auch die nehmen keine Farbe an. Ich schliesse hiernach, dass die betreffenden Verbindungsstränge bei Salamandra keinen essentiellen, für die Theilung noch in Betracht kommenden Theil des Kerns repräsentiren, wie denn auch von der nachträglichen Ausbildung einer „Zellplatte" im Sinne Strasburger's hier nichts Augenfälliges zu bemerken ist.

Natürlich bedingt dies hier abweichende Verhalten keinen Zweifel gegenüber den Befunden Anderer, besonders Strasburger's.

Es finden sich nun freilich ferner nicht selten Bilder, wie ich sie in Fig. 6 und 7 Taf. XVIII dargestellt habe: wo, bei schon weit getrennten Kernhälften, einzelne Fäden derselben noch länger hervorragen und hie und da ein solcher mit einem der anderen Seite zusammenhaftet, oder einer wie herausgezerrt liegt. Jedenfalls hat das aber nichts zu thun mit den eben besprochenen feinen Kernfäden Strasburger's; denn diese Fäden sind so dick wie die übrigen und würden sich jedenfalls auch bald getrennt haben. Es ist sogar möglich, dass es sich hierbei nur um eine secundäre Aneinanderlegung und Verklebung von Fadenenden während der vorigen Phase handelt, auf deren Beschreibung ich verweise.

6. Phase: Sternform der Tochterkerne (Fig. 2 l, 3 b c d, 4 m, 10 c Taf. XVI; 15, 16 Taf. XVII). Die Fäden der zwei Kernhälften [1]), bis jetzt mit ihren freien Enden ziemlich gegen die der anderen Seite gerichtet, klappen mehr und mehr auseinander, so dass einige der peripher gelegenen oft selbst eine Richtung erhalten, die nach dem Pol der Zelle hin geht (Fig. 6 Taf. XVIII). So entsteht die Figur eines flachgedrückten Sternes, oft von grosser Regelmässigkeit (Fig. 15, 16, es finden sich oft noch viel schönere Exemplare), oft von geringerer. Die Wahrnehmung dieser Formen wird dadurch sehr erleichtert, dass die Theilungsaxe der Epithelzelle sich um diese Zeit gekrümmt hat, so dass die Ebenen der beiden flachen Sterne einander nicht parallel sind: wenn z. B. die des einen für den Beschauer vertical liegt (Fig. 15 unten), so macht die des anderen einen oft erheb-

1) Ich benutze der Bequemlichkeit halber hier überall den Ausdruck Kernhälften; es bleibt dabei offen, dass während oder vor der Trennung etwas vom alten Kern im Plasma zurückgeblieben und etwas aus dem Plasma hinzugekommen sein kann. Ich verweise hierfür auf den Schlussabschnitt.

lichen Winkel mit jener (Fig. 15 oben), so dass man sie halb von der Polseite sieht und hier den Eindruck der Sternform viel klarer gewinnt. Diese Krümmung der Theilungsaxe scheint auch in vielen anderen Zellenarten aufzutreten, so in den sternförmigen Bindesubstanzzellen, in denen fast constant die beiden jungen Kernfiguren ebenfalls schief zu einander orientirt getroffen werden.

An solchen schrägen Ansichten ist es deutlich, dass die Strahlen in ihrem Centrum nicht aneinander stossen, sondern einen Raum frei lassen, der homogen erscheint (Fig. 16 unten, oft noch deutlicher).

Schon jetzt tritt häufig an einer Seite des Zellkörpers (Fig. 15) die Einschnürungsmarke auf.

7. Phase: Kranzform und Knäuelform der Tochterkerne (Fig. 17, 18 Taf. XVII, 1—3 Taf. XVIII, Fig. 3f—k, 4n—p Taf. XVI). An der lebenden Zelle zeigt sich ein jeder Tochterkern etwa in der Art, wie früher der Mutterkern in der 2. Phase: (Fig. 3f—k, 4n—p Taf. XVI), unter sehr langsamen Formverschiebungen der Windungen. Charakteristisch ist dabei die constante Eintiefung an der Polarseite, so dass die beiden Körbe, jeder von der Gestalt einer convex-concaven Platte, einander die convexen Seiten zukehren[1]) (Fig. 17 u. 18 Taf. XVII). In dem späteren Verlauf dieser Phase rücken die Windungen so dicht aneinander, dass der lebende junge Kern nur den Eindruck eines buckligen, im Innern homogenen Klumpens macht (Figuren auf Taf. XVI), die Tinction aber zeigt auf das klarste, dass dies ein Trugbild ist und dass ein vollkommen homogenes Stadium hier gar nicht vorkommt. Auch braucht man zu der anscheinend homogenen Form Fig. 3k oder 4o Taf. XVI nur Essigsäure zu setzen, um sofort das scharfe Bild eines Gerüstes von rauhcontourirten Balken zu erblicken (Fig. 3k').

In dieser Phase theilt sich die Zelle, indem die Marke, die schon in der Sternphase (Fig. 3c Taf. XVI) bemerkbar war allmählich auch um die andere Seite herumgegriffen hat, der Aequator sich immer mehr verdünnt und der Leib sich abschnürt; bei den Epithelzellen geschieht dies in ganz allmählichem Fort-

1) In Fig. 17, wo man schräg auf den einen Kranz sieht, ist das an diesem natürlich nicht deutlich. Die Erscheinung ist schon von Mayzel (56) hervorgehoben.

schritt, ohne Absätze und Pausen (bei anderen Zellen konnte ich es nicht direct beobachten). Von irgend einer Differenzirung in der Aequatorialebene im Innern der Zelle ist dabei nichts zu bemerken.

Bei den Schleimzellen im Epithel lässt sich die Theilung des Zellenleibes, wegen seiner Durchsichtigkeit, viel klarer verfolgen wie bei den gewöhnlichen Epithelien. Fig. 4a bis p Taf. XVI stellt eine solche direct verfolgte Theilung dar. Die Bilder der Formveränderungen am Kern erläutern sich nach dem Obigen von selbst. Das Plasma der Zelle ist, wie im 1. Abschnitt näher beschrieben, angeordnet in einer zusammenhängenden Wandschicht und in zarten Strängen und Platten, die von dieser sich nach dem centralen Kern spannen und in einer stärkeren, zackigen Anhäufung um den Kern (s. d. Figuren).

Wie alle Epithelien der betreffenden Gegend ist die Zelle von einer breiten Intercellularspalte umgeben, die von Brücken durchsetzt wird.

Wenn nun der Zellenleib sich einschnürt, wie immer zuerst an einer Seite, so rückt hier die wandständige Plasmaschicht w nach innen, es werden die Intercellularbrücken an der Stelle der Einschnürung zu oft sehr langen Fäden ausgezogen und die Intercellularspalte verbreitert; bis, in den letzten Stadien, die Nachbarzellen sich in diesen Raum hineinlagern (Fig. 4p). Verbindungsstränge zwischen den jungen Kernen sind hier, wie erwähnt, sehr deutlich, und unregelmässig längs gestrichelt; untingirbar. Es lässt sich mit grösster Deutlichkeit sehen, dass die Plasmagerüste zwischen den Vacuolen des Zellkörpers während der Theilung keine erheblichen Verschiebungen erleiden; dass auch die Ecken und Zacken der Plasmaanhäufung um den Kern im Ganzen ihre Form einhalten, während dieser sich theilt (vergl. die Figuren), dass endlich, nach der Kerntheilung, keinerlei Differenzirung in der Aequatorialebene auftritt, welche eine „Zellplatte" vorstellen könnte; sondern dass die Zelle sich rein durchschnürt. Eine Andeutung von Polkörnergruppen ist weder in der geringen centralen Plasmaanhäufung, noch in den Poltheilen der Wandschicht erkennbar und könnte es schon deshalb nicht sein, weil überhaupt schärfer markirte Körnchen diesen Zellen fast ganz fehlen.

Dieses Verhalten der Schleimzellen bei der Theilung zeigt

wohl, dass ihr von Vacuolen durchbrochenes Mittelplasma bei der Theilung nicht activ ist, und ebenso, dass auch nicht von der centralen Plasmaanhäufung um den Kern her die Durchschnürung ausgeht: sie beginnt von der wandständigen Plasmaschicht her; wenn es sich um eine „Contraction" handelt — ich will damit sagen: eine vom Plasma selbst ausgehende Bewegung der Molecule — so haben wir diese in die Rindenschicht zu verlegen; handelt es sich dagegen zugleich oder allein um eine Gesammtattraction gegen polare Centren, dann muss man sagen, diese Gruppirung geht so unmerklich vor sich, dass nur an der Peripherie ihr Fortgang zum deutlichen Ausdruck kommt.

Ich möchte es absichtlich verschieben, diese und andere Befunde am Plasma der sich theilenden Zellen theoretisch zu verwerthen und mit Strasburger's reichen und wichtigen Ergebnissen an Pflanzenzellen u. a. in Beziehung zu bringen, bis ich noch weitere Beobachtungen an lebenden Zellen gemacht habe. — Ich kehre hier zu den Kernen zurück.

8. Phase (wenn man eine solche unterscheiden will): Gerüstform der Tochterkerne, Rückkehr derselben zum Ruhezustand.

Junge Kernpaare in allen Uebergängen von der 7. Phase zur Ruheform findet man massenhaft überall; denn dieser Uebergang währt ziemlich lange. (Fig. 2 bis 4 Taf. XVIII; letztere ist mit einem schwächeren System wie die vorigen gezeichnet.) Dass die Reihenfolge der Figuren 17—18 Taf. XVII, weiter 1—4 Taf. XVIII im Wesentlichen eingehalten wird, soviel kann man auch noch am lebenden Object durchsehen; nur weiss ich nicht, ob die Formen der Fig. 2 und 3 Taf. XVIII auch noch bestimmt auf einander folgen, oder auch für einander eintreten können. Jedenfalls ist es ganz deutlich, dass nach der Theilung der Zelle die Fadenwindungen zuerst geschlängelt liegen (Fig. 17, 18 Taf. XVII, 1 Taf. XVIII), dann in eine derartige Ordnung kommen, dass der grösste Theil sich quer gegen die Längsaxe des Kerns streckt (Fig. 2 u. 3 Taf. XVIII). Dadurch fallen solche junge, quergegitterte Kernpaare zwischen den ruhenden auf den ersten Blick auf, abgesehen davon dass sie kleiner sind. Aus diesem Zustand geht das Fadenwerk in den der Fig. 4 Taf. XVIII über, ein regelmässiges Gerüst (in der Figur sind die dunkleren Stellen, wie gewöhnlich, optische Schnitte, nicht Körner!), aber

mit nicht mehr gewundenen Fäden, das immer dichter, aber auch immer blasser wird, während sich der Kern langsam vergrössert. Zugleich hat er, schon von dem Stadium Fig. 1 Taf. XVIII an, eine scharfe Absetzung gegen den Zellleib erhalten und die Zwischensubstanz der Fäden ist jetzt tingirbar (in den Fig. durch die graue Grundirung angedeutet), was in Fig. 18 Taf. XVII noch nicht der Fall war. Aber eine wirkliche, substantielle Membran ist auch in Kernen, wie Fig. 4 Taf. XVIII noch nicht festzustellen, erst in den folgenden, noch blasseren tritt ein stärkerer Contour auf, und damit sind dann die Formen zurückverfolgt bis zur Ruhe. Das Gerüst ist aber zunächst an solchen jungen Kernen, wenn auch blass, doch deutlicher und regelmässiger wie bei alten, sowohl im Leben wie im conservirten Zustand.

Es macht mir den Eindruck, dass die Kernmembran nicht entsteht, indem eine zusammenhängende Schicht abgeschieden würde oder sich verfestigte, sondern, indem periphere Theile des Gerüstes sich zu einer dünnen Wandschicht an der Grenze des Plasma vereinigen.

Ueber das Auftreten von Nucleolen habe ich directe Beobachtungen noch nicht machen können. In jungen Kernen vom Habitus der Figur 4 Taf. XVIII und auch in noch blasseren, grösseren, sind sie noch nicht zu sehen; die anscheinenden Körner hier sind optische Querschnitte; weiter treten dann wirkliche Anschwellungen in dem Gerüst hervor, die ich aber zunächst nicht für Nucleolen, sondern für Netzknoten halten möchte. — Diese sehr wesentliche Frage bleibt also noch zu entscheiden.

Das ist nach dem Allen klar, dass die Tochterkerne zuerst eine flachgedrückte Sternform haben (Beispiel Fig. 16) und dass diese in die eines Sternes oder Kranzes mit gewundenen Fäden übergeht (Fig. 17 Taf. XVII), welche in peripheren und centralen Schlingen in einander übergehen, dass hieraus ein Windungsknäuel (Korbform, Fig. 18, Taf. XVII, Fig. 1 ff. Taf. XVIII) entsteht, und hieraus ein Gerüst mit Zwischensubstanz. Es ist ebenso klar, dass dies im Ganzen, abgesehen von den doppelstrahligen Sternen, die umgekehrte Formreihe ist, die der Mutterkern durchmachte.

Aber die Frage bleibt dabei: wie entstehen bei den Tochterkernen die ersten dieser Formen aus einander? Um dies direct zu sehen, ist das lebende Object hier zu blass und die Verhältnisse zu klein, da ja schon bei dem grösseren Mutterkern lebend nur Bruchstücke zu erkennen sind. Auch in den gefärbten Objecten (z. B. Fig. 17, 18 Taf. XVII) habe ich wie immer nur das von Fäden gezeichnet was sich wirklich im Zusammenhang sehen liess, wo dieser undeutlich oder durch andere Fäden verdeckt war, habe ich lieber die Zeichnung undeutlich gelassen. — Die einfachste und nächstliegende Construction des Vorgangs, die ich mir nach den Bildern machen kann, ist folgende:

Dass die peripheren Enden der Sternstrahlen (Fig. 16 Taf. XVII) mit einander verschmelzen (was vielleicht schon früher (in der Form Fig. 15) bei einzelnen vorkommen kann); und ebenso die centralen Enden, so dass daraus der Kranz der Fig. 17 Taf. XVII resultirt; und dass die Fäden sich aus dieser Kranzordnung nun mit ihren Schlingen zwischeneinander schieben zu dem Korbgewinde in Fig. 18. — Der Schlussverlauf ergiebt sich dann ganz klar, wenn wir die Anfangsphasen des Mutterkerns umkehren:

Mutterkern (progressiv).	Töchter (regressiv).
1. Gerüst (Ruhe).	(1). Gerüst. (Ruhe.)
↓ (Fig. 2a Taf. XVII.)	↑ (Fig. 4 Taf. XVIII.)
2. Feinfadiger Knäuel.	(2). Feinfadiger Knäuel.
↓ (Fig. 1b, 2c Taf. XVII, 14, 15 Taf. XVIII.)	↑ (Fig. 1, 3 Taf. XVIII.)
3. Verdickung und Lockerung feiner Fäden.	(3). Verengerung.
↓ (Fig. 3—5 Taf. XVII.)	↑ (Fig. 18 Taf. XVII.)
4. Centrale u. periphere Schlingen (Kranzform). (Fig. 6 Taf. XVII.)	(4). Centrale u. periph. Schlingen (Kranzform). (Fig. 17 Taf. XVII.)

Diese Uebereinstimmung ist keine Hypothese, sondern ergiebt sich ja sicher aus den Befunden. Hypothese ist aber bis jetzt, dass die Schlingen der Tochterkerne durch Verschmelzen der Sternstrahlenspitzen entstehen. Es scheint mir, wie gesagt, am Nächsten zu liegen, dass es so ist, aber es liess sich nicht sehen oder zeigen. Ich bitte also, mir die letztere Vermuthung nicht etwa als Behauptung anzuschreiben.

Eines der Mutterstadien ist hierbei noch unrepräsentirt, das des doppelstrahligen Sterns (Fig. 11 Taf. XVII u. a.). Um für

dies die entsprechende rückläufige Vertretung zu finden, wäre anzunehmen, dass die feinen Fasern, die im Stadium der Aequatorialplatte und der folgenden Trennungsform (Tonne) vorhanden sind, je zwei wieder der Länge nach mit einander verschmelzen. Und es könnte in der That so sein; denn man findet die Fäden in der Phase der Trennung in vielen Fällen (Fig. 13 Taf. XVII, 6, 8 Taf. XVIII) viel zahlreicher und feiner, wie in anderen Fällen (z. B. Fig. 11 Taf. XVIII) und wie später nach der Trennung (Fig. 15 Taf. XVII). Sicherheit in dieser Annahme hätte ich freilich auch nicht. Wenn sie sich bestätigte, so würden wir folgende Parallele aufstellen können, in Fortsetzung der eben gegebenen:

Mutterkern (progressiv). (Trennung der Schlingen.)	Töchter (regressiv). (Vereinigung zu Schlingen?)
5. Sternform des Mutterkerns (Fig. 16 Taf. XVIII).	(5). Sternform d. Tochterkerns (Fig. 15, 16 Taf. XVII). Grobstrahlige Halbtonne (Fig. 11 Taf. XVIII).
6. Spaltung seiner Strahlen (Fig. 10, 11 Taf. XVII).	(6). Verschmelzung je zweier Strahlen (?)
7. Feinstrahliger Stern (Fig. 12 Taf. XVII).	(7). Feinstrahlige Halbtonne (Fig. 14 Taf. XVII, 6 Taf. XVIII).

Aequatorialplätte
(Fig. 13 Taf. XVII).

Das Stadium (6) bei den Tochterkernen aber, resp. die Wiederverschmelzung der Strahlen, muss ich vor der Hand fraglich lassen. Ich kann nicht sicher stellen, ob die Halbtonnen immer zuerst viel- und feinstrahlig, dann grobstrahlig sind. Auch habe ich nie mit Sicherheit in dem Stadium der Aequatorialplatte, oder der Trennung, gesehen dass feine Fasern neben solchen von doppelter Dicke vorhanden waren. Doch liegen sie in diesen Phasen freilich so dicht, dass dies möglich bleiben kann, ohne sichtbar zu sein.

Ich muss mich nun noch entschuldigen für die sehr sinnbildhafte Nomenclatur, die ich für die einzelnen Theilungsstadien gebraucht habe. Andere haben ja das Gleiche gethan. Ich werde versuchen, künftig eine rationellere Benennungsweise zu finden;

zunächst kam es auf Namen an, die möglichst kurz und rasch über die betreffende Form orientiren; ich glaube, das ist mit den gebrauchten der Fall. Die Unterscheidung einer bestimmten Anzahl von Phasen und ihre Abgrenzung ist natürlich eine ganz willkürliche, ich mache nicht den Anspruch, dass man mir darin folgen möge, ich brauche die Eintheilung und Numerirung nur weil sie die Beschreibung abkürzt und verständlicher macht.

Ziemlich kurz kann ich nun die Kernvermehrung bei Theilungen anderer Zellenarten beschreiben. Bei den meisten, und wahrscheinlich bei allen Gewebszellen der Salamanderlarve giebt es nach dem, was ich fand, keine fundamentalen Abweichungen von dem Modus, den ich hier genauer von den Epithelien beschrieb. Ich will damit durchaus nicht sagen, dass nicht im Detail viele solche Abweichungen vorkommen, und hoffe in dieser Hinsicht grade neue Aufschlüsse von anderen Zellenarten.

Bei Endothelzellen (Blutgefässe, Bauchfell) sind diese selben Formen womöglich noch schöner und deutlicher zu sehen, wie bei Epithelien, wegen der flach ausgebreiteten Form der Zellen, der Kerne und auch der Kernfiguren (Fig. 11 Taf. XVII). Diese stammt vom Endothel eines Gefässes. Die Knäuel haben bei diesen, und auch bei den Bindegewebszellen, oft eine unregelmässigere Gesammtform; übrigens glaube ich alle wesentlichen Stadien hier wiederzufinden. Die Sterne in Bindesubstanzzellen sind oft von runder Form und grosser Regelmässigkeit, und füllen fast den ganzen Mitteltheil der Zelle (Fig. 10 Taf. XVIII). Die Uebergangsphase zwischen losem Knäuel und Stern (5 Taf. XVII) sieht dagegen hier oft sehr unregelmässig aus, es scheinen da die Fäden manchmal wirklich „ohne jede Ordnung im Körper der Zelle zerstreut" wie es Andere finden (s. u.), — was zuweilen auch bei Epithelien vorkommt; — aber es lassen sich doch nach dem Centrum gekehrte Fadenschlingen herauskennen. Die Tochterkerne bleiben vielfach sehr nahe aneinander, und es giebt oft unvollständige Theilungen, wo das Plasma sich nicht abschnürt und eine zweikernige Zelle resultirt (kommt auch im Epithel nicht selten vor).

Von Muskelzellen, organischen wie animalen, lagen mir bisher nur einige Dutzend conservirte Theilungen vor; Herr Stud. Hager, der sich auf meine Bitte mit den Muskeln beschäftigte, fand dort die ersten dieser Formen. Ich habe hier nicht weiter

gesucht und nicht alle Einzelformen gesehen; doch kann ich nach jenen annehmen, dass auch hier nichts wesentlich abweicht. Fig. 9 Taf. XVIII zeigt eine Knäuelform aus der Darmmusculatur. Herr Hager fand auch Theilungen im Epithel der Darmdrüsen, die denen des Hautepithels ganz glichen.

Im Knorpel (Kiemenleisten) lassen sich die Theilungsbilder lebend recht gut, und an Schnitten von gefärbten Präparaten sehr gut beobachten; da aber die Knorpel rasch absterben und das Epithel mir bequemer war, und da ferner inzwischen die Mittheilung Schleicher's eintraf (61), welche eine specielle Beschreibung gerade von Knorpelzellen verheisst, so habe ich mich dann weiter nur kurz mit diesen beschäftigt und begnüge mich hier, wenige Punkte zu erwähnen. Ich finde Anfangsstadien, die aus entschiedenen feinen Windungen bestehen (etwa wie Fig. 2a Taf. XVI), doch ist das nicht bei allen sicher zu erkennen, die Windungen sind oft so dicht, dass sie für Körner passiren könnten, wenn man nicht nach dem Vergleich der andern Gewebszellen dies unwahrscheinlich finden müsste. Es folgen sehr schöne Sterne (Fig. 10a Taf. XVI) mit geschlängelten Strahlen, und oft von so grosser Ausdehnung (Fig. 10b), dass man nicht begreift, wo das Plasma der Zelle bleibt; es scheint peripherisch auf eine sehr dünne Hohlkugel zusammengedrängt zu werden. Es mag aber sein, dass hier wirklich eine Einbeziehung von Theilen des Zellleibes in die Kernfigur erfolgt, da man bei den rothen Blutzellen (s. u.) über eine derartige Annahme doch kaum hinwegkommt. Was ich von den folgenden Stadien genau gesehen habe, lässt mich nicht glauben, dass erhebliche Verschiedenheiten des Verlaufs gegenüber den Epithelzellen vorkommen. Deutliche Kernfäden (die Tochterkerne verbindend) habe ich nicht gefunden, doch hie und da Verbindungsstränge, wie sie auch im Epithel vorkommen (s. Fig. 9).

Die einzigen Zellen bei denen ich gegenüber dem Epithel bei Salamandra Abweichendes und Merkwürdiges gefunden habe, sind die rothen Blutzellen, die man in den Capillaren der Kiemenblätter und in Bindesubstanzfetzen oft in Vermehrung trifft (Fig. 19, 20, 21 Taf. XVII). Als erste Stadien zeigen sich vergrösserte, stark tingirte, anscheinend granulirte Kerne (Fig. 21b), wie ich denke, wohl auch nur Windungen enthaltend, doch sind sie in der That zu klein, um das zu entscheiden. Dann ausgedehntere Knäuel. Dann die auffallenden Formen der Fig. 21c: Ein

Stern, der den Umfang einer ganzen rothen Blutzelle und einen Masseninhalt besitzt, der jedenfalls 2—3 mal so gross ist wie der des ruhenden Kerns einer solchen Zelle, mit andern Worten, ziemlich so gross ist, wie der Inhalt eines ganzen rothen Blutkörperchens. Die Strahlen sind geschlängelt und gerollt, als hätten sie für gerade Lage keinen Platz gefunden. Von Substanz der Zelle ist um diese Figuren nichts zu erkennen, als eine schmale, scharfe, doppelt contourirte Grenzlage[1]). — Wo ist nun die Zellsubstanz der Blutscheibe? Sie muss wohl in der Kernfigur sein. Das ergiebt sich, wie mir scheint, schon aus Folgendem: An ausgewaschenen, untingirten Chromsäurepräparaten haben diese Kerntheilungsfiguren der rothen Blutzellen eine hervorstechend grünlichbraune oder braungelbe Farbe. Bei Hämatoxylinfärbung halten sie diese Farbe noch lange, während alle andern Kerne schon blau geworden sind (Fig. 19 und 20 ist möglichst in der Farbennuance des frischgefärbten Präparats gehalten). In 19 hatte der Mitteltheil einen stärker blauen Schein. Erst bei stärkerer Tinction werden diese Kernfiguren auch ganz blau. (Safranin färbt sie allerdings sofort roth.) Ich glaube, nach diesem Verhalten muss man annehmen, dass der braungelbe Ton der Figuren der Hämoglobinfarbe entspricht, dass also hier Substanz des Zellenleibes in die Kernfigur einbezogen wird[2]). Dann haben wir also hier einen eclatanten Fall, der zu Gunsten der Ansicht Auerbach's verwerthet werden kann, dass bei der Kernvermehrung eine Vermischung von Zellsubstanz und Kernsubstanz eintritt (s. u., Abschn. 2 B). Man wird aber dabei berücksichtigen müssen, 1. dass die Zellsubstanz der rothen Blutzellen sehr viel Eigenthümliches gegenüber anderen Zellsubstanzen hat, 2. dass es bei anderen Zellenarten nicht so ist, oder doch nur in sehr geringem Grade so sein könnte.

Die weiteren Theilungsstadien der rothen Blutzellen werde ich erst beschreiben, nachdem ich wieder lebendes Material zur

1) Auch die nicht in Theilung befindlichen rothen Blutzellen von Salamandra (Fig. 21 a) werden durch Chrom- und Pikrinsäure so verändert, dass (ähnlich wie bei Wasserquellung) nur ein compacter Kern und eine dicke „Membran" übrig ist, und dass die Scheibe zum Ellipsoid wird. Das hat aber für die Theilungsformen nichts auf sich.

2) Leider hatte ich nicht mehr Larven genug, um solche Bilder im Leben aufzusuchen, was nachfolgen wird.

Vergleichung gehabt habe; in den wesentlichen Formen scheint auch hier Uebereinstimmung mit den Verhältnissen beim Epithel zu walten. Die Doppelfäden (Fig. 21c) sind auch hier oft aufs Deutlichste zu sehen (dasselbe gilt von Bindegewebszellen).

Mit der Theilung endlich der farblosen Blutzellen bei Amphibien hat sich schon Bütschli (l. c. p. 45, Taf. 6) näher beschäftigt; es ist leicht, die von ihm und seitdem von Stricker (l. c.) beschriebenen Bilder zu bestätigen und festzustellen, dass hier weit unregelmässigere, so zu sagen formlosere Verhältnisse vorliegen, wie bei den fixen Gewebszellen. Ich verweise z. B. auf den vierkernigen Leukocyt in meiner Fig. 13a Taf. XV und die darin enthaltene Theilung, sowie auf 13c daneben: sie entsprechen ganz Bütschli's Fig. 21—22 Taf. 6, und sehen einer F. E. Schulze'schen Amöbentheilung viel ähnlicher, wie einer Bütschli-Strasburger'schen Kerntheilung. Gerade wegen der Formlosigkeit ihrer Formen scheinen mir übrigens die Leukocytentheilungen interessant und allgemein wichtig zu sein und eine sehr genaue Untersuchung zu verdienen. Hier will ich nur bestätigen, was aus Bütschli's Angaben schon hervorgeht, dass man nicht erwarten darf, bei farblosen Blutzellen die sonstigen typischen Bilder zu finden.

In der tiefen Schicht des Hautepithels bei erwachsenen Salamandern finden sich vielfach Zelltheilungsformen, die den hier beschriebenen von der Larve durchaus gleichen. Dr. Pfitzner, der hier Untersuchungen über dieses Epithel anstellte und demnächst darüber berichten wird, hat auf mein Ersuchen die Güte gehabt, auf solche Formen näher zu achten und mir eine reichliche Zahl davon demonstrirt. Da auch für die Cornea durch Eberth und Mayzel die entsprechenden Vermehrungsformen der Epithelzellen festgestellt sind, so möchte ich bezweifeln, ob eine Epithelzellenvermehrung nach dem Schema W. Krause's (s. dessen Handbuch, 1876, p. 25) überhaupt vorkommt, und erfahre von W. Mayzel, dass er zu demselben Zweifel gelangt ist. — Nach Allem, was wir bis jetzt von Epithelneubildung und überhaupt von Zellenneubildung in thierischen Geweben sicher wissen, kann man annehmen, dass bei allen Zellenentstehungen, die von schon vorhandenen fixen Gewebszellen ihren Ausgang nehmen, die Umwandlungen des Kerns mitspielen, von welchem hier gehandelt wird. Es ist das aber vor der

Hand nichts mehr als eine Annahme. Vor Allem wird dafür auch die Frage endgültig aufgeklärt werden müssen, die ich am Schluss bespreche: ob eine wirkliche Zerschnürung von Kernen, eine directe Kerntheilung, bei fixen Gewebszellen vorkommt oder nicht [1]).

B. Literarisches und Zusammenfassung der Ergebnisse über Zelltheilung.

a. Neuere Literatur und eigene Befunde über Gewebszellentheilung [2]).

Die ersten Befunde, die hier als wichtig erwähnt werden müssen, sind die von Schneider 1873 an Mesostomum Ehrenbergii gemachten (62). Schneider beschrieb genau, wie sich der Kern des Sommereies „in einen Haufen feinlockig gekrümmter Fäden verwandelt, an deren Stelle dann dickere Stränge, anfangs unregelmässig, später zu einer Rosette geordnet, auftreten. Aehnliches fand Schneider auch bei der Theilung der dem Darm von Mesostomum angehefteten Zellen, und bei Distomum cygnoides (ein ausführlicheres Citat findet sich bei Bütschli p. 187).

Ausserdem hat, was Theilung von thierischen Gewebszellen betrifft, Bütschli die ersten hier einschlägigen Entdeckungen gemacht (13 p. 37 ff., Taf. 5, 6) und Theilungen der rothen und farblosen Blutzellen von Wirbelthieren, der Spermatozoenkeimzellen von Blatta, und der Blastodermzellen von Insecten beschrieben. Er hat, abgesehen von den farblosen Blutzellen, dabei nur diejenigen Formen kennen gelernt, welche sich den von Strasburger aufgedeckten Vorgängen bei Pflanzenzellen anschliessen:

---

1) Bei Amöben und farblosen Blutzellen (Bütschli, Stricker) kommt ja gewiss etwas derartiges vor (s. oben), doch bleibt es auch hier möglich, dass die Vorgänge doch complicirter sind wie sie scheinen.

2) Ich erlaube mir der Kürze wegen hier als Gewebszellen die Elemente fertiger oder schon weiter herangewachsener Organismen zu bezeichnen, gegenüber den Ei- und Furchungszellen sowie Protisten, deren ganze Literatur hier nicht berücksichtigt werden kann. Es soll das natürlich keinen Gegensatz zwischen beiden Dingen involviren.

Kerntheilungen unter längsfaseriger Differenzirung (Kernspindel) und meist Ausbildung einer Kernplatte. Solche Formen, in ihren mannichfachen Varianten, bilden auch fast allein die Objecte, welche Strasburger's (67) reichhaltigen Mittheilungen über Pflanzenzellen, thierische Ei- und Furchungszellen zu Grunde liegen. Ich darf mir erlauben von einer näheren Anziehung dieser Resultate hier abzusehen, weil meine Schilderung mit den betreffenden Formen weniger in Berührung kommt, und auch, weil die glänzenden Arbeiten Bütschli's und Strasburger's wohl als hinlänglich bekannt vorauszusetzen sind. — Beide Forscher haben ferner auch die Zellen des Knorpels für das Studium der Theilung herangezogen, sind aber, was die Erscheinungen am Kern betrifft, hier im tieferen Eindringen weniger glücklich gewesen wie anderswo. Strasburger (67, p. 208 ff.) fand an sich theilenden Zellen des Netzknorpels Bilder, in denen der Kern wie von einer aequatorialen Platte durchsetzt war; andere, die ein Auseinanderweichen zweier Plattenhälften zu zeigen schienen; und einzelne Fälle, in denen zwischen den getrennten Kernhälften Fäden ausgespannt lagen, in deren Aequator dann eine Trennungsschicht, von Str. als Zellplatte gedeutet, sichtbar wurde. Er gewann dabei die Ueberzeugung, dass die Ausbildung der letzteren und die Theilung des Zellplasma's nicht von aussen nach innen fortschreitend, sondern simultan in der ganzen Trennungsfläche zu Stande komme. — Bütschli (14) hat, jedenfalls nur durch die Ungunst seiner Reagentien (Osmium-Carmin), über das Verhalten des Kerns bei der Knorpelzellentheilung so wenig zu ermitteln vermocht, dass er zu der Vermuthung kam, es möchte sich hier um einen weit abweichenden Theilungsmodus handeln (l. c. p. 214).

In Strasburger's neuester Publication (68) finden sich einige Befunde beschrieben, die an das Verhalten meiner Objecte näher streifen. Er erwähnt bei Nothoscordum fragrans und bei Rheum, als eine vorläufige Differenzirung des Kerns, eine Durchsetzung desselben mit „dichteren unregelmässig contourirten Körnern", und eine körnige Umwandlung des Kernkörperchens, scheint dies jedoch als Ausnahme hinzustellen. Die Schilderung ferner, die Strasburger von der Theilung der Embryosackkerne bei Nothoscordum giebt, entspricht in einigen Phasen auffallend den Verhältnissen bei den geschwänzten Amphibien und Strasburger, mit Mayzel's Präparaten von Triton schon bekannt, hat auf diese

Analogie bereits hingewiesen. Hierüber unten Weiteres. Die reichen Aufschlüsse, die wir ferner in neuerer Zeit über Kerntheilungsvorgänge bei Säugethierkeimen und bei den Dicyemiden durch E. van Beneden (7, 8, 9), bei vielen Eizellen durch O. Hertwig (38, 39, 40), bei Spirochona gemmipara durch R. Hertwig (41) erhalten haben, ebenso die Arbeiten von Brandt (10, 11) betreffen sämmtlich nicht Zellen fertiger höher organisirter Thierkörper und ich erlaube mir deshalb, sie hier nur zu erwähnen. Wie mir E. van Beneden mittheilt, stehen demnächst von seiner Seite Mittheilungen über Gewebszellentheilungen in Aussicht, welche mit den meinigen in wesentlichen Puncten übereinstimmen.

Abgesehen von den Angaben Schneider's, die ich oben citirt habe, war bis vor drei Jahren nichts über die sämmtlichen Anfangsformen der Kernvermehrung bekannt geworden, welche hier (Abschn. 2) als Phase 1 bis 4 incl. beschrieben sind. Es werden allerdings gewiss die Dinge hierher gehören, die W. Krause (Centralbl. 1870) wohl als Erster beobachtet und erwähnt und in seinem Handbuch (Allg. u. mikr. Anatomie 1876) beschrieben und dargestellt hat (Fig. 85). Es sind nach seiner Schilderung „grobkörnige Bildungen in der Kernflüssigkeit" oder „granulirte Körperchen an Stelle des Kerns", deren von Krause beschriebene Reactionen völlig mit denen von Kerntheilungsfiguren stimmen, und deren Bedeutung er unbekannt nennt. —

Ferner sind als sehr wichtig hier die Angaben von Balbiani über Zelltheilung im Ovarium bei Sthenobothrus pratorum hervorzuheben (Compt. rend. 30. Octob. 1876). Balbiani vergleicht den Zustand, den im Anfang des Theilungsprocesses der Kern biete, mit einer Anfüllung des letzteren mit Bakterien; dies Ansehen sei hervorgebracht durch kleine, geradlinige Stäbchen, die bei stärkerer Vergrösserung aus gereihten Körnchen gebildet erscheinen. Im weiteren Verlauf werden diese Stäbchen weniger zahlreich, aber dicker, verlieren ihre geradlinige Form und zeigen Biegungen, zuweilen kurze Verästelungen. Balbiani leitet diese dickeren Stäbchen aus Agglutination der früheren feineren ab. Weiter folgt dann eine Anordnung in ein loses Bündel von längsgeordneten Fäden, und die Trennung, unter Formerscheinungen, welche im Ganzen den von Bütschli und Strasburger beschriebenen entsprechen. Die „Kernplattenelemente" Strasburger's, die Balbiani nur selten beobachtete, sieht er als An-

schwellungen der Stäbchen an. Nach der Trennung verschmelzen nach Balbiani die Stäbchen je einer Kernhälfte zuerst an den polaren Enden, darauf ganz mit einander und werden zunächst zu einer homogenen Masse. — Von letzterem lässt sich, wie ich oben beschrieb, an meinen Objecten nichts finden, auch die Anfangsformen, wie sie Balbiani schildert, decken sich nicht recht mit dem von mir Gesehenen und ich muss dahingestellt lassen, ob in diesen Stadien wirklich sehr verschiedene Verhältnisse vorkommen, oder ob Balbiani's Befunde mit den meinigen sich doch noch werden in Einklang bringen lassen. Die von ihm erwähnten späteren Biegungen (flexuosités) der Fäden möchte ich jedenfalls auf meine Knäuelstadien beziehen. Bemerkenswerth aber ist mir, was Balbiani über die weitere Gestaltung der Tochterkerne angiebt: sie werden, wie gesagt, nach ihm homogen, dann: „dans cette masse d'abord homogène, quelques petites vacuoles apparaissent, une membrane devient perceptible à sa peripherie, et, à l'intérieur de cette enveloppe, la masse se résout en ces mêmes corpuscules bacillaires que renfermait le noyau primitif avant sa division." Wenn ich auch für meine Objecte weder das Homogenwerden der Tochterkernmassen, noch die spätere Zusammensetzung der Tochterkerne oder der Anfangsphase des Mutterkerns aus getrennten „Stäbchen" zugeben kann — vergl. meine Beschreibung — so erhellt für mich doch aus dem citirten Satz, dass Balbiani der Erste ist, der von der regressiven Metamorphose der Tochterkerne eine Andeutung gesehen hat.

Die ersten näheren Mittheilungen über die betreffenden Formen gaben W. Mayzel (1875) und Eberth (1876). Eine kurze Erwähnung solcher Formen findet sich auch bei J. W. Spengel[1]) (1876).

Die Untersuchungen Mayzel's sind, so viel ich urtheilen kann, die umfassendsten die bis jetzt über Gewebszellentheilung bei Wirbelthieren angestellt wurden.

In einem vorläufigen Aufsatz (54), welcher über Zelltheilung bei Epithelregeneration, bei Frosch, Kaninchen und Katze berichtet, welchem seitdem andere Mittheilungen, die auch Endothelien und

1) In seinem Werk: „Das Urogenitalsystem der Amphibien" (Arb. d. zool.-zoot. Inst. Würzb. Bd. 3) erwähnt und zeichnet Spengel eigenthümliche Figuren in Hodenzellen, die er mit chinesischen Schriftzeichen vergleicht und unzweifelhaft richtig als Kerntheilungen deutet.

Bindesubstanzzellen betreffen, gefolgt sind (55 ff.) beschreibt Derselbe als Formen der Kerntheilung, kurz gefasst: grosse Kerne von dunklen Körnern erfüllt, Kerne mit fadenförmig verlängerten und knäuelförmig zusammengeballten Körnern, endlich in einzelnen Kernen die Fäden radienförmig um einen centralen Punct angeordnet. Ferner spindelförmig verlängerte Kerne mit längsfaserigem Bau, und weiter Bilder der Theilung, die sich dem von Strasburger und Bütschli Ermittelten anschliessen. Der Verfasser lässt es zwar noch dahingestellt, ob die Vorgänge wirklich in der Reihenfolge verlaufen, in welcher er sie hier dargestellt hat, da der Verlauf nicht direct beobachtet war; nach meinen Befunden ist es jedoch klar, dass Mayzel dabei in allen Hauptzügen die richtige Ordnung getroffen hat. In seinen weiteren Arbeiten hat Mayzel die Untersuchung auf Zellen von anderen Säugethieren, Vögeln und von Triton ausgedehnt, bei dessen Larve er die Endstadien des Processes, von der Trennung der Kernhälften ab, in zwei Fällen auch lebend beobachten konnte (56; hier auch Genaueres über die Abschnürung der Zelle). Für Triton hat Mayzel bereits auf das Fehlen einer eigentlichen Kernplattenbildung (in Strasburger's Sinn) hingewiesen. Die Verhältnisse sind in diesem Punct, und auch in Anderen bei Triton offenbar bis in's Einzelne ganz ähnlich wie bei Salamandra, wie ich auch an den mir freundlich gesandten Präparaten Mayzel's feststellen konnte, und es hat wohl nur die etwas mindere Grösse der Kerne bei Triton, vielleicht auch die vorzugsweise Anwendung der Chromsäure und Essigsäure, gehindert, hier sofort alle die Einzelheiten zu sehen, die ich oben von Salamandra beschreibe. Für einzelne geringe Differenzen zwischen Mayzel's und meinen Befunden sei auf das obige verwiesen. Die Vorzüge der Chromsäure für die Conservirung der Kerntheilungen hat Mayzel bereits erkannt und hervorgehoben. Er hat, nach briefl. Mittheilung, seine Untersuchungen seither fortgesetzt, auf andere Objecte (Keimzellen von Blatta, Blastodermzellen des Hühnchens u. a.) ausgedehnt und es steht demnächst ein ausführlicher Abschluss seiner Resultate in Aussicht.

In seinem polnisch geschriebenen Aufsatz (56) hat Mayzel auch bemerkt, dass bei Triton „nach der Theilung des faserigen Bündels die Fäden sich in äusserst regelmässige Körbchen formen, mit engerer und concaver Basis"; er vergleicht sie mit je zwei

Blumen (Compositenblüthen) in einer Zelle. Mayzel meint hier mit „Körbchen“ die Formen, welche z. B. in meiner Fig. 3 a b, 4 f g Taf. XVI dargestellt sind; also reusenförmige Körbe; die späteren Formen der Tochterkerne, die Sterne derselben und die Formen, welche ich hier als Knäuel oder Körbe bezeichne, erwähnt er nicht (meine Fig. 17. 18 Taf. XVII); auch über das entsprechende zusammenhängende Knäuel- oder Korbstadium des Mutterkerns und die früheren gehen unsere Angaben ein wenig auseinander, Mayzel beschreibt die Phasen, die offenbar meiner Fig. 1—5 Taf. XVII entsprechen, als „bestehend aus groben Körnern, dann gebogenen Stäbchen, gewundenen und verschieden gelagerten Fäden“. Der Sternformen des Mutterkerns, welche Mayzel in seiner ersten Mittheilung kurz erwähnt, hat er, so viel ich finde, in den folgenden nicht weiter gedacht. Ich glaube übrigens hoffen zu dürfen, dass nach gegenseitiger Ansicht der Präparate, Mayzel's und meine Deutungen der Bilder keine wesentlichen Differenzen haben werden.

Die Darstellungen Eberth's, dem Epithel, Endothel und der Bindesubstanz der Frosch- und Kaninchenhornhaut entnommen (15), repräsentiren im Grossen und Ganzen fast alle die Formen, welche ich hier beschreibe, mit Ausnahme der ersten Anfangsstadien, welche bei Eberth nur durch Haufen glänzender Körner vertreten sind. Das Fehlen mancher Detailverhältnisse, und einzelne Abweichungen bei Eberth gegenüber meinen Objecten, erklären sich theils aus den kleineren Verhältnissen bei den seinigen, theils daraus, dass beim Frosch und Säugethier überhaupt manches anders ist wie bei den geschwänzten Amphibien — ich darf für Letzteres auf die in Aussicht stehenden Publicationen Mayzel's verweisen. Es finden sich bei Eberth die deutlichst gezeichneten Sterne des Mutterkerns (so seine Fig. 6, 18, 21 Taf. 19), eine Korbform der Tochterkerne (Fig. 3 Taf. 20); Fig. 1, 2, 4 Taf. 19 scheinen mir systolische Sterne resp. Aequatorialplattenphasen; in Fig. 20 b Taf. 19 sieht man centrale Fadenschlingen (cf. meine Fig. 6 Taf. XVII). Einige Plumpheit und Unregelmässigkeit in den Formen ist wohl auf das Reagens (Goldchlorid), vielleicht zum Theil auch auf wirklich andere Verhältnisse der betr. Objecte zu beziehen. Eberth hat jedenfalls über eine sehr reiche Auswahl von Bildern verfügt und sie sehr treu beschrieben; er hat sie sofort mit den Befunden Strasburger's, Bütschli's und Mayzel's in

Beziehung gebracht und als Theilungsbilder gedeutet. Auch trifft es ja im Ganzen völlig zu, wenn er die „aus dem Kern abgeschiedene Körner- und Fadenmasse" „ein Analogon von Strasburger's aequatorialer Stäbchenplatte" nennt[1]). Die Reihenfolge der Formen aber konnte Eberth allein nach seinen conservirten Objecten nicht beurtheilen, und das hat ihn zu Anschauungen darüber geführt, die nicht haltbar sind. Eberth nimmt an, wie seine Seite 534 u. 537 zeigt, dass die korb- und sternähnlich geordneten Fadenmassen nur abweichende Formen, Varianten der Kernspindel Strasburger's seien; er ist zu keiner Vermuthung darüber gelangt, dass sie dieser voraufgehen, und ausserdem noch unter sich eine regelrechte Reihenfolge einhalten. Dass es damit bei Frosch und Säugethier im Wesentlichen ebenso sein wird, wie bei Salamander und Triton, wird man beim Vergleich von Eberth's und meinen Figuren schwerlich bezweifeln.

Was sonst im Einzelnen nicht mit meinen Befunden stimmt, ist das Vorkommen rein grobkörniger Kernformen, und die Existenz von groben Körnern auch noch in den Knäuel- und Sternformen, welche Eberth vertritt; das Vorhandensein von Kernkörperchen noch in Knäuelformen (Eb. Fig. 7 Taf. 18); seine Vermuthung, dass Körner durch Verschmelzung und Längenwachsthum zu Fäden würden (p. 529); sowie, dass die jungen Kerne zu homogenen Massen würden (p. 530, Taf. 18 Fig. 3 c); die Ansicht Eberth's, dass der helle Hof um die Kernfigur, den er in vielen Zeichnungen sehr scharf darstellt, zum Kern selbst gehöre (p. 530 u. a. a. O.) — dieser Ansicht ist schon Strasburger (68) entgegengetreten, dem ich mich in diesem Punct nur anschliessen kann, mit dem Vorbehalt freilich, dass ich nicht ohne Weiteres bereit bin, diese helle Masse bloss für ausgeschiedene wässerige Flüssigkeit zu halten, um so weniger, da man ja Stränge durch dieselbe ausgespannt findet (cf. meine Fig. 5 Taf. XVIII, 15 Taf. XVII)[2]). Strasburger schliesse ich mich auch darin an, dass ich Viertheilungen

1) Obwohl ich gestehen will, dass ich beim ersten Erblicken von Eberth's Figuren und von meinen Präparaten weniger frappirt war durch die Uebereinstimmung mit Strasburger's Befunden (Eberth p. 528), als grade durch die vielfache Nichtübereinstimmung.

2) Diese Stränge können allerdings Gerinnungen vorstellen; aber wo es solche giebt, werden wohl Eiweisssubstanzen oder ähnliche sein.

von Zellen, wie sie Eberth beschreibt, niemals gefunden habe. — Ich bemerke nochmals, dass Eberth (und auch Schleicher, s. u.) unter „Faserkörben" die Formen versteht, die meine Fig. 3a und 4f Taf. XVI zeigen. Was ich früher (25) Korbform der jungen Kerne genannt habe (meine Fig. 18 Taf. XVII, 1—4 T. XVIII) hat Eberth w. g. gesehen (Fig. 3 Taf. 20 l. c.), scheint es aber nicht für eine constant wiederkehrende Form zu halten, soviel der Wortlaut l. c. S. 538 unten besagt.

Nach dem allen darf man die Reihenfolge des Theilungsganges, die Eberth auf p. 537, 534—535 beschreibt und die Art, wie er die Formen auseinander hervorgehen lässt, grossentheils willkürlich construirt, und dem wirklichen Gange nicht entsprechend nennen, obschon diese Formen von ihm gewiss richtig und so klar, wie es die Verhältnisse zuliessen, beobachtet sind. — Doch darf ich einen Theil von Eberth's Bildern nicht beurtheilen, da ich noch nicht an denselben Objecten gearbeitet habe.

Eberth nimmt aber offenbar an, dass der gewöhnliche Modus der Zelltheilung nicht mit diesen Metamorphosen des Kernes verlaufe, sondern mit einer directen („einfachen" nach Eberth) Kerntheilung, und dass die Kernmetamorphose eine Art Ausnahme darstelle (s. p. 530 unten, vorletzte Zeile, und p. 537 l. c.).

Wir verdanken also Mayzel und Eberth die erste nähere Kenntniss der eigenthümlichen Anfangsphasen der Kerntheilung. Wenn Beide ihnen verhältnissmässig wenig Aufmerksamkeit geschenkt, das Detail ihrer Formen und ihrer Folge, und ihre Wiederholung bei der Ausbildung der jungen Kerne nicht erkannt haben, so lag das theils an der Natur der Objecte, theils daran dass die Arbeiten Bütschli's und Strasburger's einmal das Interesse besonders auf die späteren Stadien gelenkt hatten.

W. Schleicher (61) gab im Mai d. J. eine vorläufige Mittheilung über die Theilung der Knorpelzellen bei Batrachiern, unter Verwendung überlebender Objecte. Ihm kommt das Verdienst zu, gezeigt zu haben, dass bei den Knorpelzellen nicht, wie Bütschli vermuthete, ganz eigenthümliche Theilungsverhältnisse vorkommen, sondern ganz ähnliche wie bei anderen Gewebszellen. — Uebrigens gehen seine und meine Befunde vielfach auseinander. Er unterscheidet ein erstes Stadium „wo an Stelle des Kerns eine oft radiär geordnete Gruppe von hellen Stäben und Körnern" liegt; „die Stäbchen können durch Zertheilung Körner

bilden, umgekehrt können erstere durch Aneinanderlegen letzterer gebildet werden; beide haben gleiche morphologische Bedeutung". Die Lagerung dieser Elemente ändert sich dann in sehr kurzen Zwischenräumen „und die ganze Masse macht langsame Bewegungen im Zellkörper, indem sie meist von einem Pol zum anderen schreitet". In Bezug auf die hier angezogenen Puncte habe ich also zum Theil abweichende Erfahrungen gemacht, wofür ich auf meine Darstellung verweise. Es wäre möglich, dass hier auch bei meinem Object Kernfäden vorkommen; sonst, soviel ich sehe, theilen sich die Knorpelzellen von Salamandra im Wesentlichen wie die übrigen. Besonders bemerke ich, dass Ortsbewegungen der gesammten Kernfiguren in der Zelle bei Salamandra um so mehr auszuschliessen sind, als im Knorpel hier oft die Sternfigur im diastolischen Zustand fast die ganze Zelle ausfüllt. Schleicher's Beschreibung des Trennungsstadiums entspricht der Mayzel's und der meinigen; die „wirklichen Fäden" zwischen den Tochterkernen werden am Knorpel von Batrachiern gewiss vorhanden sein. In den Tochterkernen lässt Schleicher, nach einem partiellen Zusammenfliessen der Elemente, die Masse wieder „in Stäbchen und Körner zerfallen". Unter Faserkörben meint Schleicher dasselbe wie Eberth (s. o.). — Seine näheren Mittheilungen werden hoffentlich manches von diesen Differenzen aufklären.

C. Grobben (34) theilte kürzlich verschiedene interessante Abbildungen über Entwicklung von Samenzellen bei Decapoden mit (besonders Taf. 3 l. c.), welche wahrscheinlich in Beziehung zu dem hier Behandelten stehen; zum Theil sehr eigenthümlich aussehende Kernstructuren (Taf. 3, Fig. 16, 30—33: letztere mit strahlig gezeichnetem Kerninhalt, allerdings in ganz anderer Form wie die hier beschriebenen Sterne). Ich finde im Text bei Grobben keinen hinreichenden Aufschluss über diese Formen, um mir ein sicheres Urtheil darüber zu bilden. Die Formen von Grobben's Fig. 1, 9, 37 Taf. 3; 1, 2, 8 Taf. 5 u. a. können meines Erachtens theils auf ruhende Kerngerüste, theils auf Zustände wie die meiner Phase 1 bezogen werden.

In diesem Sommer (59) gab Peremeschko eine vorläufige Mittheilung über die Zelltheilung nach Beobachtungen am Schwanz der Tritonenlarve, Epithelzellen, Bindegewebszellen, Endothelien und farblose Blutzellen betreffend. Die Untersuchung wurde, wie die meinige, auf das lebende Object basirt; der Verfasser sagt

nichts darüber aus, ob er auch conservirte und gefärbte Objecte verglichen hat. Die wesentlichsten Punkte lauten: „Im Centrum des Zellenkörpers erscheinen erst kleine, dann grössere Körnchen, die bald den grössten Theil des Zellenkörpers einnehmen; sie wandeln sich in bald feinere, bald dickere Fäden um, die Anfangs ohne jegliche Ordnung im Körper der Zelle zerstreut sind. Aus ihnen bilden sich besondere Gebilde, die oft ganz regelmässige Formen haben; sie sind nämlich bald sternförmig, bald halbsternförmig, bald knäuelförmig etc.; diese Form ist aber keine beständige, sie verändert sich im Lauf einiger Zeit mehrmals, z. B. das sternförmige Gebilde wird knäuelförmig und umgekehrt. Die Fäden werden dabei bald blass, bald scharf ausgeprägt, bald kürzer, bald länger, bald feiner, bald dicker. Locomotorische Bewegungen äussern diese Gebilde nicht. Sie empfangen dann ziemlich regelmässige Tonnenform. Die Fäden in der Mitte der Tonne werden darauf etwas dicker (die Verdickungen meist nicht in einer Ebene), dann reissen sie in diesen Verdickungen durch.“ Es theilt sich dann der Körper der Zelle durch Einschnürung, die an einer Seite beginnt. Die jungen Kerne verändern noch eine Zeitlang ihre Form, dann fliessen ihre Fäden mit den Polarenden zusammen und sie werden blass und unsichtbar.

Eine kurze Zusammenfassung meiner im Sommer 1877 und 1878 gewonnenen Ergebnisse habe ich etwa gleichzeitig [1]) mitgetheilt (25).

Wenn ich mir Manches in Peremeschko's Befunden dahin deuten dürfte, dass es mehr geschlossen als wahrgenommen ist, so würde ich sie mit den meinen ganz gut in Einklang bringen. Wenn ich aber Alles, was er schildert, als direct und unzweideutig gesehen anzunehmen habe, so würden seine Befunde den meinigen (und auch denen Mayzel's, welche das gleiche Object wie bei Peremeschko betreffen und welche dieser nicht citirt) in vielen und wesentlichen Punkten nicht entsprechen. Mayzel's Beschreibung und Präparate lassen mich nicht annehmen, dass zwischen Triton und Salamandra specifische Unterschiede in Bezug auf die Zelltheilung vorlägen. Die Punkte in Peremeschko's Darstellung, welche besonders mit meinem Befund nicht stimmen, stelle ich hier zusammen:

1) Vier Tage nach Ausgabe von Peremeschko's Mittheilung, die mir am Tage des Vortrags zuging.

1. Das „Auftreten von Körnchen und deren Umwandlung in Fäden“ und die Ungleichheit in der Dicke dieser Fäden (Peremeschko); bei mir anders, s. d. Text;
2. das Zerstreutsein der Fäden „ohne jegliche Ordnung“ nach Peremeschko; vergl. meine Figuren.
3. Nach Peremeschko sollen die Sterne sich wieder in Knäuelformen umwandeln können; die Fäden sollen abwechselnd bald feiner, bald dicker werden. Von einer Ansammlung im Aequator vor der Theilung (Aequatorialplatte) spricht Peremeschko nicht. Alles dies ist nach meinen Befunden anders, wie nach seiner Beschreibung.
4. Nach Peremeschko hängen die Fäden in der Tonnenform (entsprechend meiner Fig. 13, 14 Taf. XVII, bis 6, 8 Taf. XVIII) in der Aequatorialebene zusammen, erhalten aequatoriale Verdickungen und reissen durch. Anders nach meinen Befunden bei Salamandra. Wenigstens fehlen hier Verdickungen, und ein Durchreissen erst in diesem Stadium ist nicht nachweisbar. So auch nach Mayzel bei Triton.

Ich bin weit entfernt, von meinem Object auf ein anderes schliessen zu wollen, halte aber, so lange die Befunde Peremeschko's nicht durch Tinktion controlirt sind, für möglich dass Manches darin nur scheinbar ist. Nach Allem, was ich erfahren habe, bin ich überzeugt, dass auch die grösste Sorgfalt und Beobachtungsschärfe, woran es ein Mikroskopiker wie Peremeschko gewiss nicht hat fehlen lassen, mit dem lebenden Object allein nicht auskommt.

Ich fasse schliesslich kurz das Hauptsächlichste zusammen, was ich selbst gegenüber diesen zahlreichen Ergebnissen an Neuem oder Abweichendem habe feststellen können. Die ersten, enggeflochtenen Anfangsstadien die ich beschreibe, sind bisher nicht gesehen, oder als körnig veränderte Kerne gedeutet worden. Ebensowenig sind bisher die gleichmässig und zierlich gewundenen Knäuel oder Körbe beschrieben, die darauf folgen (Fig. 3, 4 Taf. XVII; die Lockerung dieser Figur und die Anordnung von peripheren und centralen Fadenschlingen, das Durchreissen der ersteren und damit die Bildung des Sterns, kurz die ganze Regelmässigkeit im Verlauf dieser Anfangsphasen. Ferner ist die Doppelstrahligkeit der Sterne, und ihre rhythmische Ausdehnung und Contraction bisher unbekannt gewesen. Endlich konnte ich fest-

stellen, dass die Tochterkerne nicht als homogene Klumpen auftreten, sondern rückläufig dieselben Structuren annehmen, wie sie der Mutterkern durchmacht. — Ich verdanke diese Ergebnisse zum Theil dem Leben der Objecte, zum Theil guten Tinctionen, zum allermeisten aber den grossen Zellen von Salamandra maculata.

Zur Uebersicht füge ich hier die oben zusammengestellte Tabelle der Formenreihe bei:

(Die Zahlen hier konnten nicht den im Text für die Phasen gebrauchten entsprechen.)

Mutterkern (progressiv).	Tochterkerne (regressiv).
1. Gerüst (Ruhe).	(1) Gerüst (Ruhe).
↓ (Fig. 2a Taf. XVII).	↑ (Fig. 4 Taf. XVIII).
2. Feinfadiger Knäuel (Korb).	(2) Feinfadiger Knäuel (Korb).
↓ (Fig. 1b, 2c Taf. XVII, 14, 15 Taf. XVIII).	↑ (Fig. 1, 3 Taf. XVIII).
3. Verdickung d. Fäden u. Lockerung des Knäuels.	(3) Verengerung des Kranzes.
↓ (Fig. 3—5 Taf. XVII).	↑ (Fig. 18 Taf. XVII).
4. Centrale u. periphere Schlingen (Kranzform).	(4) Centrale u. periphere Schlingen (Kranzform).
↓ (Fig. 6 Taf. XVII).	↑ (Fig. 17 Taf. XVII).
Trennung dieser Schlingen, woraus resultirt:	Vereinigung der Sternstrahlen zu Schlingen (?).
5. Sternform des Mutterkerns.	(5) Sternform d. Tochterkerne.
↓ (Fig. 16 Taf. XVIII, 7 Taf. XVII etc.).	↑ (Fig. 15, 16 Taf. XVII). Grobfadige Halbtonne.
	? (Fig. 11 Taf. XVIII).
6. Längsspaltung der Sternstrahlen.	(6) Verschmelzung je zweier Strahlen (?)
↓ (Fig. 10, 11 Taf. XVII).	
7. Feinstrahliger Stern.	(7) Feinfadige Halbtonne.
↓ (Fig. 12 Taf. XVII).	(Fig. 13, 14 Taf. XVII, 6 Taf. XVIII).

↘ ↙

Aequatorialplatte.
(Fig. 8, Fig. 2g Taf. XVI).

Diese Befunde, obwohl sie bis jetzt absichtlich der Hauptsache nach auf ein einzelnes Object beschränkt blieben und in sich noch sehr grosse Lücken haben, können eine Anzahl von Fragen aufklären helfen, welche die früheren Arbeiten noch bestehen liessen. Sie geben zunächst die Möglichkeit, einen Anschluss der Kernthei-

lungsformen an die Structur des ruhenden Kerns zu finden, — oder, damit ich lieber anspruchsloser rede, zu suchen — indem sie ein Homogenwerden des Kerns vor der Theilung abweisen. Sie wollen ferner auf die Anfangsformen der Theilung (s. o. Tabelle Nr. 1—7 — denn das Alles sind bis jetzt wenig berücksichtigte „Anfangsformen" —) eine Aufmerksamkeit lenken, die ihnen bisher versagt worden ist. Wenn es noch eines Beweises bedürfte, dass auch diese Anfangsformen (Knäuel, Sterne) eine regelmässig verlaufende Reihenfolge geben, und nicht (wie nach Eberth, Peremeschko, Schleicher) bald so bald so durcheinander gewürfelt werden: so würde dieser Beweis darin liegen, dass, wie ich hier zeige, die Ausbildung der zwei jungen Kerne in umgekehrter Reihenfolge die seltsamen Formenbilder wieder aufrollt, welche der Theilungsanfang des Mutterkerns abgerollt hat. Sie zeigen endlich leider auch, dass wir noch nicht so weit gelangt sind ein einheitliches Schema für die Zelltheilung aufstellen und es sofort nach physikalischen Gesichtspunkten zurechtlegen zu können, wie man dies in der ersten Bewunderung der Entdeckungen von Strasburger und Bütschli wohl hoffen konnte; sondern, dass es hier noch unerwartete Räthsel zu lösen giebt.

---

b. Einiges Allgemeine über das Verhalten des Kerns bei der Zelltheilung.

Es ist in letzter Zeit so viel Wichtiges und Neues über Zelltheilung veröffentlicht, und diese Mittheilungen sind grossentheils so sehr mit theoretischen Anschauungen durchflochten, dass eine genaue Zusammenstellung derselben ein Buch füllen würde. Ich halte eine solche hier nicht für geboten, und glaube namentlich Vieles von dem übergehen zu dürfen, was sich auf die dem Ei eigenthümlichen Processe und die Befruchtungsvorgänge bezieht. Hier soll es nur meine Aufgabe sein, diejenigen Punkte und Fragen unter Anziehung der Literatur kurz zu markiren, mit denen meine Befunde am nächsten in Berührung treten[1]).

---

1) Im Uebrigen verweise ich auf das hier angefügte Literaturverzeichniss, das jedoch nur die hier in Betracht kommenden Schriften enthalten soll, und für Weiteres auf die Literaturangaben bei Bütschli (13), mir (22), O. Hertwig (38 ff.), Strasburger (67) und besonders auf die sehr ausführliche Literatursammlung bei Whitman (70).

Die Frage nach dem Verhalten des Kernes bei der Zelltheilung ist seit 5 Jahren näher zur Untersuchung und Discussion gezogen worden. Die Schriften, welche damit unabhängig von einander den Anfang machten, waren Hermann Fol's Abhandlung über Entwicklung der Geryoniden (26), ein kleiner Aufsatz von mir über Entwicklung des Teichmuscheleies (21) und Bütschli's Werk über die freilebenden Nematoden (12)[1]. Jede dieser Arbeiten führte zunächst zur Wiederentdeckung der Radienphänomene in sich theilenden Ei- und Furchungszellen[2]. Ueber das allgemeine Verhalten des Kerns bei der Theilung gelangten Fol und ich nach unseren Objecten, gegenüber vielen entgegenstehenden Angaben[3], zu dem Resultat, dass er vor und während der Theilung morphologisch verschwinde. Es folgte die bekannte ausführliche Arbeit Auerbach's über die Eitheilung bei Nematoden[4]. Abgesehen von aller Differenz in sonstigen Puncten, ist Auerbach in einem zu demselben Schluss gekommen wie Fol und ich: er liess den Kern vor der Theilung morphologisch zu Grunde gehen, er liess ihn sogar geradezu sich auflösen und diese Lösung mit dem Plasma der Zelle sich in deren Centrum vermischen, und formulirte diese Anschauung besonders scharf durch die Namen, die er diesem Vorgang und dem Bild der folgenden Stadien gab: Karyolyse, karyolytische Figur.

---

1) Dasselbe ist von 1873 datirt, doch so viel ich weiss, erst im Mai 1874, nach dem Erscheinen vorgenannter Aufsätze, publicirt, mir wenigstens nicht eher zu Gesicht gekommen. Bütschli ist jedoch schon seit 1871 mit den betreffenden Arbeiten und den Studien zu seinen späteren beschäftigt gewesen.

2) Sie sind in vielen einzelnen Fällen (Derbès, 1847; Krohn, 1852; Remak, 1855; Gegenbaur, 1857; Leuckart, 1867; Kovalevsky, 1866; Kupffer, 1869; Balbiani 1872; Oellacher, 1873) schon früher gesehen worden, wofür ich auf Whitman (70 p. 230) und meine Arbeit (22 p. 104) verweise.

3) S. am letzterwähnten Ort p. 96, 99 ff.

4) Da man aus verschiedenen Darstellungen annehmen könnte, dass ich meine Mittheilungen erst nach Kenntniss dieser Publication gemacht hätte, so bemerke ich, dass Auerbach's Arbeiten am Wurmei erst begonnen wurden (April 1874), als mein Aufsatz (21) schon seit einiger Zeit erschienen war. Auch von der Arbeit Fol's, welche dem letzteren um ein Vierteljahr in der Publication vorausging, war dieser ganz unabhängig entstanden.

Es ist aber hervorzuheben, dass Auerbach die Karyolyse nicht als ein allgemeines Princip für die Zelltheilung hingestellt hat. Im Eingang seiner Abhandlung (4 p. 179) hielt er ausdrücklich aufrecht, dass für die Zellenvermehrung „die Natur sehr abweichende Verfahrungsweisen in Bereitschaft habe", und dass unter ihnen, gegenüber der karyolytischen oder palingenetischen Kernvermehrung, „eine echte und unantastbare Selbsttheilung der Kerne in den Vordergrund trete".

Aber grade eine solche, echte Selbsttheilung der Kerne war es nun, welche auch für diejenigen Fälle, die Auerbach als palingenetische betrachtete, durch die folgenden Arbeiten behauptet wurde. Diese umfassenden Arbeiten Bütschli's, (13) Strasburger's (67), O. Hertwig's (38) wiesen bei Eizellen in der Masse, die Auerbach karyolytische Figur genannt hat, und bei einer Menge anderer Zellenarten, die Fadenstructuren und die eigenthümlichen Formerscheinungen derselben bei der Theilung nach, welche unter den Namen Kernfäden, Kernspindel, Kernplatten- und Zellplattenelemente heute allgemeiner bekannt geworden sind. Die Verfasser betrachten übereinstimmend diese Figur als den umgewandelten Kern, und sie nehmen damit — so darf man sich wohl im Ganzen ausdrücken — die Lehre von der directen Kerntheilung wieder in Schutz auch für die Fälle, in denen sie erschüttert zu sein schien.

An der Richtigkeit der wesentlichen Beobachtungen, die dieser Anschauung zu Grunde liegen und die seitdem durch viele Andere[1]) vermehrt und erweitert worden sind, kann füglich Niemand zweifeln, der einige geeignete Objecte selbst geprüft hat. Ebenso wenig ist wohl zu bezweifeln, dass die Verhältnisse an den Objecten Fol's, an meinen und denen Auerbach's im Wesentlichen die gleichen sein werden wie in den sonstigen Fällen, und dass sie nur an unsern ungünstigeren Objecten nicht in dem Detail durchschaut werden konnten, das sich jetzt an anderen ergeben hat. Wenn jene auch bei sorgfältiger Beobachtung zu dem Schluss berechtigten, dass der Kern bei der Theilung morphologisch untergehe oder gelöst werde, so muss, wie ich glaube, jetzt allgemein anerkannt werden, dass entweder die ganze Kernsubstanz, oder

1) So: Selenka (65), O. Hertwig (39 ff.), Hofmann (43), Whitman (70) u. a. m.

doch der wesentliche Theil derselben dabei morphologisch gruppirt bleibt, wenn nicht bei allen, so doch bei denjenigen Fällen von Zelltheilung, die bisher genauer untersucht sind; mit Ausnahme vielleicht der Leukocyten und Amoeben.

Aber man wolle auch bedenken, was zur Zeit unserer Publicationen mit „einem Kern" gemeint war, und was jetzt Bütschli und Strasburger mit diesem Namen belegen. Bevor wir schrieben, verstand man meistens unter einem Kern ein Bläschen mit Membran, Inhalt und Kernkörperchen, und verstand unter „Theilung dieses Kerns", dass sich dieses Bläschen nach Verdoppelung des Nucleolus in zwei Hälften zerschnüren solle. Dass ein solcher Kern bei der Theilung nicht bestehen bleibt und sich nicht direct entzweischnürt, dass also die alte, Remak'sche Lehre von der Zelltheilung nicht zutrifft, darauf haben Fol, ich und Auerbach mit vollem Recht aufmerksam gemacht[1]); und mit ebenso vollkommenem Unrecht haben wir angenommen, dass vom Kern wirklich nichts Geformtes restire, weil es an unseren Objecten nicht zu sehen war.

Ob man nun die Theilungs-Metamorphose des Kerns, die Spindelfigur sowie in den hier beschriebenen Fällen die Knäuel-, Korb- und Sternfigur, den Kern nennen will, ist Sache des Beliebens. Dass es jedenfalls hier bei den Gewebs-Zellen und wahrscheinlich überall der grösste und auch der wesentlichste Theil

---

1) Ich erlaube mir, hier einige meiner damaligen Worte zu citiren: „Man könnte einwenden, dass die Kerne (obschon unsichtbar) doch da seien ..... ich würde erwiedern, dass der Name Kern sich für uns einstweilen an bestimmte Merkmale knüpft: eine Membran oder eine scharfe Absetzung nach Aussen, einen von der Umgebung verschiedenen Inhalt und meistens einen Kernkörper. Wenn man nun in hunderten von Fällen in den einen Zellen einen so beschaffenen Kern trifft, in andern Fällen dagegen gar keinen geformten Innentheil, und in den dritten ein Radiärsystem: so nenne ich eben die beiden letzten Zellenarten kernlos. Die Substanz des nicht mehr sichtbaren Nucleus wird jedenfalls in irgend einer Form in den Zellen noch vorhanden, vielleicht sogar localisirt sein; aber wer sie in diesem Zustand Kern nennen wollte, der würde mit gleichem Recht die Auflösung eines Kochsalzkrystalles als einen Krystall bezeichnen können" (l. c. p. 288). — Von diesen Sätzen würde ich den letzten Vergleich, als zu hyperbolisch, heute nicht mehr anwenden; das Uebrige ist nach den heutigen Kenntnissen noch ebenso zulässig wie dazumal.

des alten Kerns ist, was in diese Figur eingeht, scheint mir keinem Zweifel zu unterliegen. Dass diese aber nicht in ihren Formeigenschaften identisch mit dem alten Kern ist, liegt ebenso sehr auf der Hand, und ich habe deshalb ihre Bezeichnung als „Kern" vermieden und, um einen kurzen Namen zu haben, meistens den Ausdruck „Kernfigur" oder „Theilungsfigur" für diesen Zustand angewandt.

Auerbach hat kürzlich ebenfalls gegen ein Identificiren dieser Figur mit dem Mutterkern Protest eingelegt (5, 6): der längsstreifige Körper (in Strasburger's, Bütschli's u. a. Fällen) ist nach ihm nicht der Kern, sondern der Mitteltheil der karyolytischen Figur, und zwar, kurzgefasst, aus folgenden Gründen: da er „1) meistens ein grösseres Volum habe wie der alte Kern, 2) keine scharfe Begrenzung besitze, 3) erst nach oder mit dem anscheinenden Verschwinden des alten Kerns aufzufinden sei, und 4) weil seine Hauptmasse nicht in die Bildung der jungen Kerne eingehe, welche nicht durch Theilung eines Mutterkerns entstehen, sondern an den Polen des Spindelkörpers als zwei relativ kleine, kuglige, im natürlichen Zustand helle und homogene Körper sich differenziren".

Es ist nun freilich nach meinen Befunden klar, dass ich, für die Gegenstände dieser meiner Untersuchung, Auerbach in keinem dieser Argumente zustimmen kann. Es ist wahr, dass die Kernfigur meist ein grösseres Volumen hat wie die Kerne die sich noch nicht zur Theilung anschicken, aber erstens ist dies nicht immer der Fall, und zweitens ist meistens der alte Kern vorher so gewachsen, dass die Massen doch nahezu stimmen. Es ist, ad 2), ebenso richtig, dass die scharfe Kernmembran verloren geht; aber eine schärfere Abgrenzung der Kernfigur gegen das Plasma als die, welche sich an einem guten Tinctionspräparat darstellt, kann man kaum wünschen. Ad 3) ist in meinen Fällen kein Stadium zu finden, in welchem der alte Kern wirklich anscheinend verschwunden oder überhaupt unsichtbar wäre, sondern die Kernfigur bildet sich nachweisbar morphologisch aus dem alten Kern hervor (vergl. Abschn. 2, A) wenn ich auch über die anfänglichen feineren Processe dabei bis jetzt nur Vermuthungen geben konnte. Was endlich den vierten Punct anlangt, so ist für meine Objecte offenbar Auerbach's Anschauungsweise durchaus nicht zutreffend, jeder Tochterkern entsteht hier ohne Zweifel durch Halbtheilung der

Figur, zu der die Hauptmasse des Mutterkerns geworden ist, und keineswegs nach dem Modus, den Auerbach annimmt.

Es bleibt aber noch die Frage, ob 1. während der Formung der Kernfigur aus dem alten Kern Stoffe aus dem Plasma der Zelle in jene aufgenommen werden, 2. umgekehrt Stoffe des Kerns dabei in das Plasma abgegeben werden, und 3. ob solches auch bei der Ausbildung der jungen Kerne erfolgt. Alles dieses ist möglich; das Zweite ist sogar in so fern sicher, als die helle Substanz, die zwischen den Fäden des Knäuels und Sternes bleibt (s. z. B. Fig. 5, 6, 7 Taf. XVII), nach dem ganzen Habitus des Theilungsvorganges (vergl. z. B. Fig. 13, 15, 16, 17) wohl nicht ganz mit in die Tochterkerne genommen werden kann, sondern grösstentheils in dem Mittelplasma zurückbleibt. Soweit Auerbach's Argumentation mit diesen Möglichkeiten zusammentrifft, gebe ich ihre Berechtigung vollkommen zu, und stimme ihm, wie schon angedeutet, darin bei, dass man die Kernfigur nicht einfach mit dem Kern identificiren soll. Auerbach hatte allerdings dabei seine „karyolytische Figur" im Auge, welche ausser dem Fadengebilde noch dessen hellen Hof einbegreifen würden. Nach seinem weiteren Schicksal gehört hier jedenfalls dieser Hof nicht zum Kern.

Bei den Theilungen der rothen Blutzellen (vielleicht auch der Knorpelzellen und mancher Bindesubstanzzellen) welche ich oben beschreibe, kann ich kaum anders annehmen, als dass ein grosser, selbst der grösste Theil der Zellsubstanz in irgend einer Form in die Theilungsfigur mit aufgenommen wird: man sehe meine Fig. 19, 20 und 21! Wenn es nun auch bei anderen Zellenarten: Epithelien etc., nicht so ist, so lässt sich doch nicht behaupten, dass nicht auch hier ein kleinerer Theil von der Substanz der Kernfigur aus dem Plasma annectirt sei, wofür ja wieder andere Substanz vom Kern abgegeben sein mag; so könnte es selbst kommen, dass das Volum der Kernfigur und das des alten Kerns ganz gleich wären, und beide doch keineswegs identisch. — Kurz, dass eine Vermischung, oder sage ich lieber, ein Austausch zwischen Kernsubstanzen und Plasma als allgemeine Erscheinung möglich, annehmbar, wenn auch nicht für alle Fälle bewiesen ist, darin muss ich Auerbach vollkommen zustimmen; und für die rothen Blutzellen sogar sagen, dass eine solche Vermischung angenommen werden muss, falls wir überhaupt die Substanz der rothen Blut-

scheibe ausser dem Kern als Zellplasma, und nicht als etwas Besonderes betrachten sollen (s. o.).

Die Namen Karyolyse aber, Karyolyma und palingenetische Kernvermehrung (Auerbach) scheinen mir auf die hier beschriebenen Processe nicht anwendbar.

Dass meine Befunde in Vielem in Uebereinstimmung mit den Entdeckungen Bütschli's, H. Fol's, Strasburger's, O. und R. Hertwig's, E. van Beneden's, Mayzel's und Eberth's über die Zelltheilung zu bringen sind, liegt für Kenner dieser Arbeiten auf der Hand. Ich glaube am Besten zu thun, indem ich eine speciellere Vergleichung auf später verschiebe, hier aber gerade einige Puncte, zunächst besonders aus Strasburger's Resultaten hervorhebe, in welchen sich mir Homologien nicht ergeben. Man wird darin hoffentlich nicht ein Gefallen am Polemisiren gegen Einen der Bewährtesten auf diesem Gebiet sehen wollen, sondern das ernstliche Bestreben, durch directe Hervorkehrung von Gegensätzen zu ihrer raschen Aufklärung oder Beseitigung, und damit zur Erkenntniss der Sache beizutragen.

Strasburger's Ansicht über das allgemeine Wesen der Vorgänge, die im Zellkern bei der beginnenden Theilung spielen, gebe ich in seinen eigenen Worten wieder (67, p. 272):

„Wenn ein Zellkern in neue Theilungsaction treten soll, so schwinden meist seine Vacuolen und Kernkörperchen, seine ganze Substanz wird homogen und es bildet sich dann der polare Gegensatz zwischen zwei entgegengesetzten Stellen seiner Peripherie aus. In manchen pflanzlichen, vornehmlich aber in thierischen Zellkernen sind die so gebildeten Kernpole auch in stofflicher Beziehung deutlich von der übrigen Kernmasse verschieden, sie zeichnen sich vor derselben durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen aus. Man wäre geneigt anzunehmen, dass der Zellkern von verschiedenen Substanzen gebildet werde, die zeitweise während der Kernruhe, sich das Gleichgewicht halten, zeitweise, während der Kerntheilung, in Gegensatz treten etc. — Der active Kernstoff ist derjenige, der sich an den Polen ansammelt, wobei er selbst in zwei in polaren Gegensatz tretende Gruppen zerfällt. Von den so gebildeten Polen wird ein anderer Theil der Kernsubstanz abgestossen und sammelt sich zu einer medianen Platte zwischen den beiden Kernpolen an; ein letzter Theil der Kernsubstanz, auf welchen die Pole keine Abstossung auszuüben scheinen,

verbindet, fadenförmig differenzirt, die Pole mit der Kernplatte .... Unter dem Einfluss der beschriebenen Vorgänge wird der Kern meist in der Richtung einer die beiden Pole verbindenden Linie in die Länge gestreckt" — und (p. 246): „der Zellkern wird zunächst homogen, dann bildet sich ein Gegensatz zwischen zwei opponirten Stellen seiner Oberfläche aus. Dieselben treten in Wechselwirkung und beginnen sich abzustossen, so zwar dass der ganze Zellkern in die Länge gezogen wird".

Mit diesen Anschauungen ist Folgendes aus meinen Befunden nicht in Einklang: Dass zunächst der Zellkern im Anfang der Theilung in die Länge gezogen wird, ist nach meinen Befunden offenbar nicht nöthig und kommt bei Salamandra meistens nicht vor. Dies ist weniger wichtig.

Dass der Kern vor der Theilung homogen würde, habe ich bei meinen Objecten nicht bewahrheiten können (s. Abschn. 2 A) obwohl ich um so eifriger nach solchen Bildern suchte, da sie mit meinen eigenen, Fol's und Auerbach's früheren Erfahrungen besser gestimmt haben würden, wie das, was ich fand.

Anfangsstadien, wie die feingewundenen Körbe in meiner Fig. 1 b, 2 c, 3 Taf. XVII sind von Strasburger und auch sonst nirgends bisher erwähnt worden. Die sämmtlichen sonst untersuchten Kerne waren aber auch durch ihre Kleinheit weniger günstig. Es scheint mir möglich, obwohl ich keine Schlüsse in dieser Richtung wagen darf, dass die von Strasburger in Fig. 46 und 47 (68) gezeichneten körnigen Kerne Windungen, nicht Körner enthalten könnten, und dass es sich ähnlich mit den von Anderen erwähnten „körnigen Anfangsstadien" verhalten möchte. Ich habe mich mit diesem Punct oben (Abschn. 2 A) schon beschäftigt.

Dass ein polarer Gegensatz zweier peripheren Stellen des Kerns schon in den Anfangsstadien sich ausbildet, ist auch an meinen Objecten dadurch gesichert, dass die Körner im Plasma sich zu den Gruppen localisiren, die ich Polkörner nannte. Aber diese Polarität findet an der Kernmasse selbst hier nicht den morphologischen Ausdruck, den Strasburger als allgemeines Princip hinstellt. Die Pole in diesen thierischen Zellen zeichnen sich nicht durch besonderes Lichtbrechungsvermögen aus. Während die Polkörner schon lange gruppirt sind, besteht noch keine dicentrische Ordnung in der Kernfigur; es folgt vielmehr eine radiale Gruppirung der letzteren (Sternform), welche an Strasburger's

Objecten (und denen Anderer) entweder überhaupt fehlt, oder nicht gesehen werden konnte, jedenfalls aber nicht recht in Strasburger's obiges Schema passt. Bei alle dem lässt sich von „einer Ansammlung activen Kernstoffs an den Polen, und Abstossung eines anderen Theils" nach der Aequatorialebene, kein materieller Ausdruck bemerken. Auch in dem folgenden Stadium der Aequatorialplatte nicht. Hier ist die ganze Substanz, die zu den neuen Kernen werden soll, im Aequator angesammelt. Man kann sich unstreitig die dabei spielenden Vorgänge so denken, dass diese Substanz von den Polen her in den Aequator gedrängt sei, und ich würde gegen solche Vorstellung nichts einwenden; aber ich kann nicht finden, dass sie mehr als eine Hypothese ist[1]). Wenn man ihr die andere entgegenstellen wollte, dass die Kräfte, welche diese Masse, und welche überhaupt in allen Fällen die Masse der Kernplatte in den Aequator und aus dem Aequator bringen, nicht von den Polen aus wirken, sondern überall in jener Masse selbst thätig sind, so würde sich das, so viel ich sehe, auch nicht widerlegen lassen. — Ich verwahre mich aber auf alle Fälle dagegen, als wollte ich die letztere Hypothese hiemit aufstellen und ihr als Vormund dienen. Ich möchte zunächst weit mehr Thatsächliches wissen, ehe ich versuche mir die Vorgänge zu construiren.

Es ist klar, dass bei den caudaten Amphibien erst das Stadium der Aequatorialplatte mit dem Zustand verglichen werden könnte, in welchen Strasburger „eine Ansammlung von activem Kernstoff an den Polen, und eine Abstossung von anderen nach der Mitte" annimmt. Wo ist aber dann in diesen Fällen der „active Kernstoff"? Jedenfalls nicht erkennbar. Und wie sollen wir uns ferner, wenn wir bloss eine so einfache schematische Vorstellung zu Grunde legen, wie die Strasburger's ist, die eigenthümlichen Formwandlungen der tingirbaren Kernmasse erklären, die gewundenen Knäuel, die Sterne, und vollends die Thatsache, dass diese in umgekehrter Reihe an den jungen Kernen wiederkehren?

Bütschli, Strasburger, O. Hertwig haben fast nur solche

1) Ich erwähne dies, weil Strasburger auf p. 518 (68) ausspricht, es sei durch seine Fig. 55 „der bestimmte Beweis geführt, dass die Elemente der Kernplatte ..... von den beiden Polen abgestossene Substanztheile seien".

Objecte benutzt, an denen die Bildung einer fein- und parallelfadigen Kernspindel, also eines Bündels von Kernfasern, und die Anhäufung von Kernplattenelementen in deren Mitte besonders in den Vordergrund tritt. Es ist danach durchaus erklärlich, dass man allgemein gerade diese Erscheinungsform, „die Kernspindel," als allgemein und besonders wesentlich bei der Zelltheilung hingestellt hat[1]). — Die Erfahrungen bei den thierischen Gewebszellen scheinen nun aber zu lehren, dass es bei einer Zelltheilung auch ohnedem abgehen kann.

Dass die Kernplattenelemente nicht immer Verdickungen der Kernfasern sind, sondern unabhängig neben diesen erscheinen können, hat Mayzel hervorgehoben[2]) und hat auch Strasburger (68 p. 518 ff.) nach jenem Befund bei Nothoscordum (Fig. 55 Taf. 33 l. c.) und nach Ansicht von Mayzel's Präparaten erkannt.

In den hellen Höfen um die Kernfigur (viele meiner Fig., s. besond. 10 Taf. XVII, 5 Taf. XVIII) sieht Strasburger „ausgestossenen Kernsaft", das Resultat einer Verdichtung der Kernsubstanz, die mit Wasserausscheidung verbunden ist; wobei er übrigens zulässt, dass eine Vermischung dieser Flüssigkeit mit dem umgebenden Plasma stattfinden kann (68 p. 522). Ich will dem nicht entgegentreten, aber doch darauf hinweisen, dass die Masse der hellen, untingirbaren Substanz innerhalb der Kernfigur in den vorhergehenden Stadien (Fig. 2 c, 3, 4, 5, Taf. XVII) ziemlich gleich ist mit der Masse, welche in dem Stadium des hellen Hofes (Fig. 6—13 Taf. XVII) auch noch innerhalb der Kernfigur verbleibt. Danach fragt es sich doch, ob die Substanz des hellen Hofes, die hier noch hinzukommt, aus dem Kern stammt, oder nicht vielleicht aus dem Plasma.

Das Verschwinden der Kernmembran möchte ich nicht gerade, wie Strasburger eine Lösung nennen; ihre Substanz wird ja offenbar in den Fadenknäuel mit einbezogen.

Ferner ist bei Salamandra, und nach Mayzel's übereinstimmenden Erfahrungen bei Triton, nichts von den feinen Fäden

1) Vergl. z. B.: H. v. Ihering, Befruchtung und Furchung des thierischen Eies und Zelltheilung, Leipz. 1878, p. 51.

2) Jahresbericht von Hoffmann-Schwalbe 1877, p. 37.

zu bemerken, welche die Pole verbinden und welche, bei Eizellen und vielen Pflanzenzellen so auffällig hervortretend, den Namen „Kernspindel“ bedingt haben. Dass sie auch bei Theilungen thierischer Gewebszellen deutlich vorkommen, zeigen die Untersuchungen Bütschli's, besonders deutlich die Präparate Mayzel's, vom Endothel der Froschhornhaut, die ich durch Mayzel's Güte selbst vergleichen konnte. Dass umgekehrt bei Pflanzenzellen Fälle vorkommen, wo solche Fäden bei der Theilung nicht zu sehen sind, zeigen, wie mir scheint, Strasburger's eigene Befunde bei Nothoscordum fragrans (67, Taf. 33 Fig. 48 ff.) Denn die dicken Fasern, welche Strasburger auch hier als Kernspindel bezeichnet, sind ihrer Bestimmung nach wohl jedenfalls als Homologa der ganzen tingirbaren Figur z. B. in Fig. 11 Taf. XVIII hier anzusehen, also insgesammt als „Kernplattenelemente“, was sich auch mit Strasburger's Deutung seiner Fig. 55 l. c. (ungewöhnliche Ausbildung einer Kernspindel) einigermaassen vereinigen liesse. — Bei diesem Object, Nothoscordum, sind noch „Kernfäden“ erkennbar, die von den auseinanderweichenden Kernhälften ausgezogen werden, und es wird in diesen eine Zellplatte angelegt (Strasburger 68 p. 517—518). Beides war bei Triton und Salamandra nicht zu finden.

Ich erkenne nun vollkommen folgende Möglichkeiten an: dass in dem Stadium des Sterns oder der Aequatorialplatte bei Salamandra und Triton noch eine feinfadige Kernspindel, in dem Sinne wie beim Endothel der Froschhornhaut (Mayzel, Fig. 17 Taf. XVIII hier) vorhanden sein kann, obwohl bei den schärfsten Tinctionsbildern nichts davon zu sehen ist. Ebenso, dass in diesen Fällen Kernfäden zwischen den auseinander tretenden Kernhälften, und vielleicht auch Zellplattenelemente, vorhanden sein können, obwohl sie sich bis jetzt nicht darstellen lassen. So lange aber dieselben nicht demonstrirt sind, muss für mich ein Zweifel bestehen ob alle diese Dinge als wesentlich für eine Zelltheilung anzusehen sind. Denn an anderen Objecten (z. B. Eizellen) wurden diese feinen Kernfäden durch die Tinction dargestellt. Bei Salamandra aber ist bei den schärfsten Tinctionen, wo die Kernfigur leuchtend gefärbt ist, nichts von solchen Dingen zu sehen.

Wenn ich einige bisher aufgestellte Ansichten über das physikalische Wesen der Kerntheilung als Hypothesen bezeichnete, so bin ich dabei doch gewiss der Ansicht, dass solche Hypothesen,

mit Vorsicht formulirt, der beste Weg sind, um in dem Gewirr von Erscheinungen zu einem wirklichen, mechanischen Verständniss des Vorganges zu kommen. Wo sich etwas findet, was einen leitenden Faden zu geben scheint, wo sich eine Regelmässigkeit in den Formungen bietet die, wenn auch nur hypothetisch, für eine physikalische Construction dieser Processe benutzt werden kann, da soll man darauf hinweisen. Und deshalb will ich hier einen Punct hervorheben, der noch nicht die Berücksichtigung gefunden hat, die er mir in hohen Grade zu verdienen scheint. Das sind die radiären Formen der Kernfiguren[1]).

In dem vorhergehenden Knäuelstadium ist irgend welche regelmässige, um so zu sagen, mathematische Ordnung noch nicht zu sehen. Das Sternstadium zeigt sie, und ebenso wieder nach der Theilung die Sternform der Tochterkerne. Was hat diese Anordnung mechanisch zu bedeuten?

Ich bitte den Leser sich einmal vorzustellen, dass Jemand von der ganzen neuen Literatur über Zelltheilung nichts kennte, als z. B. die unter Nr. 28 Lit. citirte Arbeit von H. Fol und dass Derselbe nun Epitheizellentheilungen von Salamandra, wie sie meine Fig. 1 c und 3 c Taf. XVI, 12 und 16 Taf. XVII darstellen, zu Gesicht bekäme. Es wäre ihm gewiss nicht zu verdenken, wenn er auf den ersten Blick die Asteren oder Radiensysteme bei Fol's Objecten und die Mutter- und Tochtersterne bei den meinigen für ganz homologe Dinge hielte. Wir wissen jetzt, Dank den vielen Arbeiten, dass dies nicht zutreffen würde, indem die Radiensysteme der Eizellen ja jedenfalls zum grössten Theil im Plasma liegen und durch Aufreihung der Dotterkörner bedingt sind, hier in den Gewebszellen aber die Sterne aus Kernsubstanzen bestehen. Ausserdem ist ja, wie ich zeigte, noch ausser der nuclearen Kern-

1) Das Erste darüber ist schon vor 3, resp. 2 Jahren durch Mayzel (54) und Eberth (15) bekannt geworden; es wäre mir schwer begreiflich, wenn Strasburger die Sterne nicht an Mayzel's Präparaten der Tritonhornhaut, die mir selbst vorlagen, gesehen haben sollte; dennoch erwähnt und zeichnet er sie nicht, falls nicht Fig. 67, die aber Strasburger anders deutet, einen solchen Stern darstellen soll.

Ich finde Sterne auch an den Präparaten von Säugethieren und Vögeln, die ich durch Mayzel's Güte einsehen konnte, doch hier wegen der Kleinheit der Zellen wenig deutlich.

figur eine radiäre Gruppirung der Plasmakörner zu finden (Fig. 6, 6a Taf. XVI). Die Sternfiguren in beiden Fällen sind also gewiss nach ihrer Bedeutung nicht ganz identisch: aber es würde mir äusserst unwahrscheinlich vorkommen, dass die beiden Erscheinungen sich nur ganz zufälliger Weise so ähnlich sein sollten. Es scheint mir kaum verkennbar, dass die Dotterstrahlung ebenso wie die nuclearen Sterne einen sichtbaren Ausdruck der Kräfte darstellen, welche zu der betreffenden Zeit in der Zell- und Kernsubstanz thätig sind und welche vor der Theilung nach monocentrisch-radialem, nach ihr in dicentrisch-radialem Typus wirken. Dass dies nur ein Ausdruck für die Erscheinung, nicht eine erklärende Hypothese über ihr Wesen sein soll, versteht sich wohl von selbst, aber es kann vielleicht ein Schlüssel zu künftigem wirklich physikalischem Verständniss werden. Und somit möchte sich doch die Hoffnung „auf eine weittragendere Bedeutung der Radiensysteme" bestätigen, die ich ausgesprochen habe, als ich Auerbach's (21 p. 116) Ansichten über deren karyolytische Natur als Erster entgegentrat.

Ich weise auf diese Dinge hin, ohne natürlich sagen zu können, ob die betreffenden Anfangsformen (Knäuel- und Sternphase) und die entsprechenden Endformen der Tochterkerne eine allgemeine Verbreitung, und wenn so, ob sie überall ähnliche Formen haben, wie bei Salamandra und Triton. Es wäre sehr unberechtigt, von meinem einzelnen Object aus generalisiren zu wollen. Für möglich darf man aber ein allgemeineres Vorkommen dieser Dinge halten, obschon so viele und gute Beobachter sie in den meisten Fällen nicht gesehen haben; denn sehr viele von den sonst untersuchten Kernarten sind relativ klein, und in den betreffenden Stadien blass und ungünstig für Beobachtung solcher Dinge. Es würde mir jedenfalls sehr seltsam erscheinen, wenn ein so regelmässiger und typischer Process, wie ihn diese Stadien beim Mutterkern und ihre rückläufige Wiederholung bei den Tochterkernen darstellen, bloss auf die geschwänzten Amphibien und wenige Andere beschränkt sein sollte. Ich erinnere auch hier an Schneider's Befunde bei Mesostomum und Distomum. (Nr. 62: an Eizellen.)

Ich verschiebe absichtlich alle Erörterung über die Radiensysteme und die Gedanken, die Andere und ich selbst, besonders aber H. Fol darüber geäussert haben, auf eine spätere Stelle. Nur

etwas will ich pro domo bemerken: ich habe die Radiensysteme „eine in dem betreffenden Zustand gegebene, radiäre Structur des Plasma" genannt (22 p. 115, 111), und, da man nach den damaligen Kenntnissen einen Untergang des Kerns annehmen konnte, gesagt, es sei denkbar, dass sie selbständig neben dem Kernrest im Plasma aufträten. Das Letztere war, wie der Zusammenhang der Stelle deutlich zeigt, lediglich gegen die Anschauung Auerbach's gerichtet, welcher in den Radien ein Herausströmen von Kernsaft sah. Ich habe aber ausdrücklich hinzugesetzt: „es bleibe dabei höchst wahrscheinlich, dass engere Beziehungen irgend einer Art zwischen dem Kernuntergang, der Mischung der Kernsubstanz mit dem Plasma einerseits, und der Bildung der Radienstructur andererseits bestünden" (l. c. p. 115—116). Es ist also unrichtig, wenn Bütschli (13 p. 186) daraus kurzweg die Ansicht macht und mir zuschreibt, dass „die Strahlensysteme sich ohne Betheiligung des Kerns anlegen sollen". — Bütschli spricht sich ferner dagegen aus, dass ich das Radienphänomen ein Structurverhältniss des Plasma nannte. Mir däucht dagegen, dass dies (unter Vergleich der oben citirten Stelle) mit nur anderen und kürzeren Worten wesentlich ganz dasselbe besagt, was Bütschli selbst annimmt (p. 202): „dass die strahlige Anordnung des Plasma's um die Centralhöfe der Ausdruck einer von diesen ausgehenden, physikalisch-chemischen Aenderung des Plasma's sei". Dass ich übrigens an einen wirklichen Untergang des Kernes nach Bütschli's Entdeckungen nicht mehr denke, habe ich oben bereits angeführt.

Noch eine allgemeine Frage kann hier wohl nicht unberührt bleiben. Formen der Kernvermehrung bei der Zelltheilung, welche in gewissen Grundprincipien mit den hier beschriebenen offenbar zusammenfallen, so gross auch die Abweichung in Einzelheiten sein mag, sind durch die grosse Reihe der genannten Arbeiten für thierische und pflanzliche Gewebszellen der verschiedensten Arten, für Ei- und Furchungszellen der verschiedensten complicirten Organismen, für zahlreiche Protisten festgestellt worden. Man muss sich wohl fragen, ob es überhaupt noch einen Modus der Zelltheilung, resp. Kernvermehrung giebt, welcher von diesem Process ganz abweichend beschaffen ist und bei welchem, im Sinne der alten Zelltheilungslehre, eine directe Abschnürung eines Kerns erfolgt — eine ächte Selbsttheilung der Kerne, wie es Auerbach

früher ausgedrückt hat. Auch Eberth nimmt das Vorkommen einer solchen directen („einfachen" E.) Theilung an (15, p. 530, 537.)

Es liegt, so viel ich sehe, nichts unter den bekannten Thatsachen vor, was für fixe Gewebszellen zu einer solchen Annahme nöthigen, oder was sie besonders wahrscheinlich machen könnte. Dass die überaus zahlreichen Befunde von mehrkernigen Zellen der verschiedensten Arten in diesem Sinne nichts entscheiden können, ist klar: es steht nichts im Wege, sie überall als Resultate eines unvollständigen, unterbrochenen Theilungsvorgangs anzusehen, bei welcher die Zelltheilung der Kernvermehrung nicht gefolgt ist. Es kommen freilich Kernformen vor — und ich will sie hier zum Schluss besprechen — die zu dem Gedanken an directe Kerntheilungen mehr auffordern können, wie die doppelkernigen Zellen. In dem Endothel, aber auch an Bindesubstanzzellen der Salamanderblase finde ich, und zwar auch am lebenden Object vielfach Kerne von den Formen, die in Fig. 10 Taf. XV gezeigt sind: mit so tiefen Buchten, dass der Kern dadurch fast getrennt erscheint. Aehnliche Kerne sind (z. B. aus dem Endothel der Hornhaut) länger bekannt; es finden sich ja solche Formen in den Abbildungen der Handbücher, wenn auch wohl oft mehr schematisch als direct beobachtet, als Repräsentanten der Kerntheilung gezeichnet. Man hat aber gewiss kein Recht, auf solche Befunde hin eine directe Kernzerschnürung anzunehmen, so lange man sie nicht geschehen sah; und dies ist mir bei längerdauernder Beobachtung derartiger Formen an der lebenden Salamanderblase nie gelungen, ebenso wenig wie bei den Epithelien der Larve, die (Fig. 1 Taf. XVI) ja gleichfalls oft tiefe Einschnürungen zeigen.

Bilder wie in Fig. 13 e Taf. XV können manchmal frappant wie directe Theilungen aussehen, beweisen aber nichts (siehe die Erkl. der Figur).

Trotzdem wird man wohl am sichersten thun, die Möglichkeit einer directen Kernzerschnürung auch bei sessilen Zellen, und vielleicht noch anderer ganz abweichender Formen dieser Processe, nicht zu läugnen: denn wir haben in der letzten Zeit hinreichende Belege dafür erhalten, dass viele seltsame Dinge selbst auf dem Objectglas unter dem Auge des Beobachters vor sich gehen können, ohne dass er sie sieht.

Ich möchte vorschlagen, so lange es hierüber noch keine Sicherheit giebt, oder vielleicht überhaupt, den einfachen Namen

indirecte Kernvermehrung allgemein zu brauchen für die Fälle, in denen eine faserige Metamorphose des Kerns mit regelmässiger Anordnung bei der Zelltheilung erfolgt. Man hätte damit eine bequeme und nichts präjudicirende Bezeichnung, die viel Beschreibung ersparen kann und in der hinlänglich Raum für Unterscheidung besonderer Formen bleibt. — Theilungen der Kerne, wie sie z. B. bei Amoeben und farblosen Blutzellen vorkommen, kann man dem gegenüber directe Kernvermehrung nennen; sofern es sich bestätigt, dass regelmässigere Anordnungen der Kernmasse der Theilung dort wirklich in keiner Weise vorausgehen.

Einige Maasse von Zellkernen, Salamandra.

Ruhende Epithelkerne des Kiemenblattes der Larve: lang 25—30 μ, breit 18—25 μ.

Bindegewebskerne desselben (meist länglich): grösster Durchmesser 15—21 μ.

Kerne quergeschichteter Muskelfasern: Länge bis 33 μ.

Nervenkerne, sehr verschieden gross, bis: 40 μ.

Kerne der Leydig'schen Schleimzellen: 16—20 μ.

An der Schwanzflosse der Larve: Kerne durchschnittlich im Verhältniss 3 : 4 kleiner wie oben.

Ein Mutterkern des Epithels im engen Knäuelstadium (s. Fig. 2, 3 Taf. XVII): Länge 33 μ, Breite 18 μ.

Tochterkerne im entsprechenden Stadium (s. Fig. 18 Taf. XVII, Fig. 1—3 Taf. XVIII) durchschnittlich: Länge 14 μ, Breite 9 μ.

Citirte Literatur,

auf deren Nummern im Text verwiesen ist.

1. Arndt, R., Ueber den Zellkern, Sitzg. des med. Vereins zu Greifswald, November 1876.
2. Arnold, J., Gewebe der organischen Muskeln. Stricker's Handbuch, 1871, p. 137.
3. Auerbach, L., Organologische Studien. Heft 1. Zur Charakteristik und Lebensgeschichte der Zellkerne. 1. u. 2. Abschn. Breslau 1874.

4. Derselbe, Dasselbe: Heft 2. 3. Abschnitt. Breslau 1874, 1. November.
5. Derselbe, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1876 Nr. 1.
6. Derselbe, Zelle und Zellkern, Bemerkungen zu Strasburger's Schrift etc. Beitr. z. Biologie der Pflanzen, v. F. Cohn, Bd. 2, Hft. 1, 1876. M. Balbiani, Sur les phénomènes de la division du noyau cellulaire (Compt. rend. 30. Oct. 1876).
7. Beneden, E. van, La maturation de l'oeuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des mammifères; Bull. de l'acad. Royale de Belgique, 2 Sér. t. 40, 1875.
8. Derselbe, Contributions à l'histoire de la vésicule germinative et du premièr noyau embryonnaire. Ebend. janv. 1876.
9. Derselbe, Recherches sur les Dicyémides. Brux., Hayez, 1876. — Frühere Angaben Desselben über directe Zelltheilung auch in dessen Werk: Recherches sur la composition et la signification de l'oeuf. 1870.
10. Brandt, Ueber die Eifurchung der Ascaris nigrovenosa. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 28. p. 365. 1877.
11. Derselbe, Bemerkung über die Eifurchung und die Betheiligung des Keimbläschens an derselben. Ebenda Bd. 28, p. 587, 1877; sowie Brandt's seither erschienenes Buch über das Ei, Leipz. Engelm. 1878.
12. Bütschli, O., Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden. Nova Acta der Acad. Leop. Carol., Bd. 36. 1873.
13. Derselbe, Studien über die ersten Entwicklungserscheinungen der Eizelle, die Zelltheilung und die Conjugation der Infusorien. Frankf. a. M. 1876.
14 Derselbe, Zur Kenntniss des Theilungsprocesses der Knorpelzellen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29, p, 206, Febr. 1877.
15. Eberth, C. J., Ueber Kern- und Zelltheilung. Virchow's Archiv Bd. 67, August 1876, p. 523.
16. Eimer, Th., Die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug. Dieses Arch. Bd. 7, p. 189. 1871.
17. Derselbe, Zur Kenntniss vom Bau des Zellkerns. Dieses Arch. Bd. 8, p. 141 ff. 1872.
18. Derselbe, Ueber die Eier der Reptilien. Ebenda Bd. 8, 1872.
19. Derselbe, Zoologische Studien auf Capri, 1. über Beroë ovatus (Taf. 8, Fig. 82 a).
20. Derselbe, Weitere Nachrichten über den Bau des Zellkerns. Dieses Arch. Bd. 14, p. 94, Mai 1877.
21. Flemming, W., Ueber die ersten Entwicklungserscheinungen am Ei der Teichmuschel. Dieses Arch. Bd. 10 (p. 286 ff.) 1874.
22. Derselbe, Studien in der Entwicklungsgeschichte der Najaden. Wien. acad. Sitzungsber. Bd. 71, 3. Abtheil., 4. Febr. 1875. (Ruhende Kerne: p. 17—25; Theilung: p. 96 ff.)
23. Derselbe, Beobachtungen über die Beschaffenheit des Zellkerns. Dieses Arch. Bd. 13, p. 693, October 1876.

24. Derselbe, Zur Kenntniss des Zellkerns. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1877 Nr. 20.
25. Derselbe, Zur Kenntniss der Zelle und ihrer Theilungserscheinungen. Kieler physiolog. Verein 1. August 78; Schriften des naturw. Vereins für Schlesw.-Holst. 1878.
26. Fol, H., Die erste Entwicklung des Geryonideneies. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. 7, p. 471. 1873.
27. Derselbe, Études sur le développement des Pteropodes. Arch. de zool. exp. et gén. T. 4. 1875.
28. Derselbe, Sur le commencement de l'hénogénie chez divers animaux. Arch. de Scienc. de la bibl. univ., Avril 1877. (Viele andere Publicationen desselben Autors, die ich hier noch nicht zu berühren hatte, s. bei Whitman p. 311.)
29. Frommann, C., Centralbl. f. d. med. Wiss. 1865 Nr. 6.
30. Derselbe, Untersuchungen über die normale u. pathologische Anatomie des Rückenmarks. Th. 2. Jena, Frommann, 1867, p. 17—48.
31. Derselbe, Zur Lehre von der Structur der Zellen. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. 11, p. 180.
32. Frankenhäuser, Die Nervenendigungen in den glatten Muskelfasern. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1866 Nr. 55.
33. Derselbe, Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigungen in den glatten Muskelfasern. 1867.
34. Grobben, C., Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Decapoden. Wien, Hölder, 1878.
35. Heitzmann, C., Untersuchungen über das Protoplasma. 1. Bau des Protoplasma's. 2. Verhältniss zwischen Protoplasma und Grundsubstanz im Thierkörper. 2 Taf. Sitzungsb. der Kais. Acad. d. Wissensch. in Wien, math.-nat. Cl. 67. Band 1.—5. Heft, 17. April u. 23. Mai 1873.
36. Hensen, V., Ueber die Entwicklung des Gewebes und der Nerven im Schwanz der Froschlarve. Virchow's Arch. Bd. 31.
37. Derselbe, Dieses Arch. Bd. 4, p. 111.
38. Hertwig, O., Beiträge zur Kenntniss der Bildung und Theilung des thierischen Eies. Morphol. Jahrb. Bd. 1, p. 347, 1876.
39. Derselbe, Forts., Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. Ebenda Bd. 3, 1877.
40. Derselbe, 3. Theil des Gleichen, ebenda Bd. 4, 1878, p. 177.
41. Hertwig, R., Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kernformen. Morphol. Jahrb. Bd. 2, p. 77, 1876.
42. Derselbe, Ueber den Bau und die Entwicklung der Spirochona Gemmipara. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 11, Heft 2, 1877, p. 148.
43. Hoffmann, Zur Entw. d. Clepsinen. Niederl. Arch. f. Zool. Bd. 4, 1877.
44. Hoppe-Seyler, Med.-chem. Untersuchungen, Heft 4, 1871.
45. Jaksch, Pflüger's Arch. f. Physiol. Bd. 13, p. 469.

46. Klebs, E., Die Regeneration des Plattenepithels. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm. Bd. 3, p. 125.
47. Klein, E., Observations on the structure of cells and nuclei. Quart. journ. of micr. science, July 1878, p. 315 ff.
48. Kupffer, C., Ueber Differenzirung des Protoplasma an den Zellen thierischer Gewebe. Schriften des naturwissensch. Vereins für Schlesw.-Holst. Heft 3, p. 222.
49. Derselbe, in: Beiträge zur Anat. u. Physiol., als Festgabe für Carl Ludwig, 1875 (Blatta oriculatis, Speicheldrüsenzellen).
50. Langerhans, P., Ueber die Haut der Larve von Salamandra maculosa. Dieses Archiv Bd. 9, p. 745, 1873.
51. Langhans, Zur Lehre von der Zusammensetzung des Kerns. Centralblatt 1876. Nr. 50.
52. Leydig, Untersuchungen über Fische und Reptilien.
53. Lubavin, Berichte der chem. Gesellschaft. 10. 2237.
54. Mayzel, Waclaw, Ueber eigenthümliche Vorgänge bei der Theilung der Kerne in Epithelialzellen. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875, Nr. 50. Dasselbe polnisch: Medycyn. Nr. 45, 1875, (Warschau polnisch), Gaz. Lek. (Warschau) 1876.
55. Derselbe, Beiträge zur Lehre von dem Theilungsvorgang des Zellkerns (polnisch, Gazeta Lekarska Nr. 27, 1876. Aus d. hist. Labor. in Warschau). Ref. Centralbl. f. d. med. Wiss. 27. März 1877, Nr. 11, p. 196.
56. Derselbe, Gazeta Lekarska 1877, Nr. 26. Ref. Centralblatt 1877, Nr. 44, 3. Nov., p. 791.
57. Derselbe (russisch): Ueber die Regeneration des Epithels, und: Ueber die Kerntheilung; Arbeiten aus den Laboratorien der med. Facultät, Warschau, 1878. (Grösseres zusammenfassendes Werk. Der letzte Theil erscheint demnächst.) — Derselbe (polnisch): Ueber Veränderungen des Eies bei der Befruchtung und über Zelltheilung. Sommer 1878 (berichtet über weitere Befunde der typischen Kerntheilungsbilder bei Ratte, Ferkel, Hühnerkeim und Froschlarve).
57. Miescher, Med.-chem. Unters. v. Hoppe-Seyler, Heft 4, 1871.
59. Peremeschko, Ueber die Theilung der Zellen. Vorl. Mitth., Centralbl. f. d. med. Wiss. 1878, Nr. 30, 27. Juli.
60. Plósz, Pflüger's Archiv f. Physiol. 1873, 7, p. 371.
61. Schleicher, W., Ueber den Theilungsprocess der Knorpelzellen. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1878, Nr. 23, Mai.
62. Schneider, Untersuchungen über Plathelminthen. 14. Jahresbericht d. oberhessischen Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde, 1873. (Mesostomum Ehrenbergii, Distomum.)
63. Schulze, F. E., (Kerntheilung bei Amoeba polypodia.) Dieses Archiv Bd. 11, p. 592.
64. Schwalbe, G., Bemerkungen über die Kerne der Ganglienzellen. Jenaische Zeitschr. f. Nat. Bd. 10, p. 25.

65. Selenka, E., Zool. Studien: 1. Befruchtung des Eies von Toxopneustes variegatus. Leipzig 1878.
66. Stilling, Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. 1859.
67. Strasburger, E., Ueber Zellbildung und Zelltheilung. 1. Aufl. 1875, 2. Aufl. 1876.
68. Derselbe, Ueber Befruchtung und Zelltheilung. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. December 1877, Bd. 11, Heft 4, p. 435.
69. Stricker, S., Beobachtungen über die Entstehung des Zellkerns. Wiener acad. Sitzungsber. 7. Juni 1877.
70. Whitman, Ch. O., The Embryology of Clepsine. (Dissert. d. Leipz. phil. Facultät.) Quart. journ. of micr. science, July 1878, p. 215.

Das Verzeichniss berücksichtigt nur die Arbeiten, mit welchen der obige Text in Berührung kommt. Für die Reihenfolge der Publication s. die Datumangaben und die Darstellung in Abschnitt 1 D und 2 B. Für anderweitige nahestehende Literatur s. besonders das Literaturverzeichniss bei Whitman (70).

Kiel, d. 17. Sept. 1878.

Nachträgliche Literaturnoten.

1. Erscheinungen, welche durchaus an die oben (Abschn. 1) beschriebenen Intercellularlücken im Epithel der Salamanderlarve erinnern, hat kürzlich Anna Hotz (Ueber das Epithel des Amnion, Dissert. Bern, 1878) von letzterem Gewebe geschildert (l. c. p. 6 ff.). Der Ansicht der Verfasserin, dass auf die diese Lücken füllende Substanz der Name Kittleisten sehr wenig passen würde, kann ich nur beitreten.

2. Auf Grund der neuen Arbeiten J. Arnold's (Die Abscheidung des indigschwefelsauren Natrons im Knorpelgewebe, Virchow's Archiv 1878) und Budge's (Weitere Mittheilungen über Saftbahnen im hyalinen Knorpel, dies. Arch. 1878 Bd. 16 Heft 1), welche für Saftbahnen im Knorpel eintreten, würden die rasch erfolgenden Veränderungen an den Knorpelzellen, die ich im 1. Abschn. besprach, eine leichte und ungezwungene Erklärung finden können.

3. Wichtig für die Kernvermehrungsvorgänge erscheinen die Mittheilungen Paul Meyer's über Phronimella (Mitth. d. zool. Station in Neapel, 1878). Manche der von ihm dargestellten Kernfiguren erinnern durchaus an Anfangsformen der Theilung. Nähere Angaben fehlen.

4. Endlich von grossem Interesse in Bezug auf die Zelltheilung ist die kürzlich erschienene Arbeit von Balfour: On the structure and development of the vertebrate Ovary (Quart. journ. of micr. sc. Oct. 1878). Ich habe begonnen, die von Balfour beschriebenen Erscheinungen der Eibildung und Eientwicklung an meinen Objecten zu prüfen und hoffe darüber nächstens zu berichten.

Erklärung der Tafeln.

Die Abbildungen sind in der Höhe des Mikroskopfusses, mit Hartnack Syst. 7, 8, Imm. 9, 10 und 12, einige mit Zeiss D. und Imm. 2, bei verschiedenen Tubusstellungen gezeichnet. (Imm. 12 und 10 wurden stets nur mit Oc. 1 verbunden). Ich habe mich von dem unbequemen und überflüssigen Gebrauch emancipirt, bei jeder einzelnen Abbildung System und Ocular zu notiren. Wo erforderlich, ist Näheres bemerkt.

Tafel XV.

Ruhende Kerne und Structuren von Knorpelzellen.

Fig. 1. (S. Abschn. 1. A. a.) a b c d. Bindesubstanzzellen, resp. Kerne von solchen, Salamandra, Larve, a Kiemenblatt, b, c, d Schwanzflosse, lebend. In den Kernen Gerüste, Netzknoten. In c das Gerüst nur bruchstückweis erkennbar.

c′ Wirkung des Absterbens unter allmähligem Eindringen von Wasser: Abblassen des Gerüstes, es bleiben nur die Nucleolen übrig. Hartn. 7 u. 8.

e eine lebende Bindesubstanzzelle des Schwanzes, mit Hartn. 12 imm., vergrössert dargestellt. Es ist im Kern gezeichnet, was deutlich bei nahezu derselben Einstellung zu sehen war. An den Netzknoten und Strängen helle Reflexhöfe; bei e′ ebensolcher an einem freischwimmenden Körnchen.

Nervenfaserkern, ebendaher. Imm. 12, 1. 1 Nucleolus deutlich.

g Randepithel der Schwanzflosse, runder Kern in der zweiten Schicht mit Gerüst.

h rothe Blutzelle der Larve in einer Capillare stockend.

i junge (?) hämoglobinlose Blutscheibe.

k kleine Leydig'sche Schleimzellen vom Schwanz, 1 m Kern (bucklig) einer grösseren, imm. 12, 1, 1 körperlich gezeichnet, m Einstellung auf die Mitte. Gerüst.

n—q farblose Blutzellen resp. Wanderzellen aus Gefässen u. Bindesubstanz des Kiemenblattes, kriechend. Gerüste der Kerne in a langgestreckt.

Fig. 2. Knorpelzellen von Salamandra (c Scapularknorpel) u. Larve. Ueberlebend. (s. Abschn. 1 A c und 1 C). Kernstructur und Plasmastructur.

d Knorpelkern bei langsamem Wassereindringen absterbend, Gerüst verschwindet.

b zwei Knorpelzellen in einer Kapsel schräg liegend, die tiefere schwächer schattirt. An der Grenze eigenthümlich gereihte Umbiegungen der Plasmafäden.

' Einige der peripheren Körnchen in den Zellen waren in Molecularbewegung.

Fig. 3. Kerne des menschlichen Mundepithels, obere Schichten, Speichel. Imm. 12, 1. (s. Abschn. 1 A f).

Fig. 4. Kerne der Leberzellen des Karpfens, frisch (s. Abschn. 1 A f), Imm. 12, 1 (d ist der Kern in c, zur Verdeutlichung vergrössert dargestellt).

Fig. 5. Epithel der Schwanzflosse der Larve: a hohe Einstellung auf den Cuticularsaum (vergl. Fig. 1 g, Strichelung im opt. Schnitt), b Einstellung auf die Intercellulargrenze der ersten und zweiten Schicht. (s. Abschn. 1 C).

Fig. 6. Epithelzellenkerne, nach längerem Liegen der Larve in Wasser verändert: Nucleolen, vergl. Fig. 1 c', 2 d.

Fig. 7. a Bindesubstanzkern, b Nervenfaserkern aus dem Kiemenblatt der Salamanderlarve. H. 9. 3. Chromsäure- Alcohol- Safranin- Alcohol-Nelkenöl. Netze und Netzknoten im Kern, Nucleolen nicht unterscheidbar.

Fig. 8. Ein Kern aus dem Epithel vom Kiemenblattrand: Chromsäure, gewaschen, Alkohol, Nelkenöl; a bei noch unvollkommener Durchtränkung mit Oel, b bei vollkommener. Die wahren Nucleolen werden erst in b sichtbar. Vergl. Abschn. 1 B. Die Netze sind in a äusserst scharf, in b unkenntlich.

Fig. 9. Kern mit Chromsäure behandelt, gewöhnliche Wirkung (vergl. Abschn. I B), Netze nicht deutlich erkennbar.

Fig. 10. Endothelkerne der Harnblase von Salamandra mit starken Einbuchtungen. Vergl. Text pag. 424. Beweisen nichts für directe Kerntheilung.

Fig. 11. Skizzen nach negativen Goldpräparaten, a b Epithel, c Bindesubstanzkern. Zu vergleichen mit Fig. 1, 2, 7 Taf. XV, 1 Taf. XVI, 2 a Taf. XVII.

In b sind diejenigen Netzknoten, die sich ohne Zwang zu einem Eimer'schen Hyaloid geordnet denken lassen, dunkler dargestellt. Sie sahen aber in natura nicht dunkler oder anders aus, wie die in der Figur 11 b rechts gelegenen. Die Fortsätze und Verbindungen dieser Netzknoten sind so weit gezeichnet, als sie sich bei wechselnder Einstellung erkennen liessen.

Fig. 12. Zwei Bindesubstanzkerne aus dem Kiemengerüst der Larve, Osmiumsäure 1 p. ct. — Netz undeutlich, Nucleolen deutlich, Zwischensubstanz des Kerns geronnen, Totalform des Kerns verändert (gequollen, wie bei Wasserwirkung, vergl. Fig. 1 c und Abschn. 1 B).

Fig. 13. Verschiedene Leukocyten. a Wanderzelle im Kiemenblatt, 2 Kerne und 1 Kerntheilung, Chromsäure- Alkohol- Safranin- Alkohol- Nelkenöl. b—e Kalibichromicum, Hämatoxylin, Blasenwand des alten Thiers, mit starker Auswanderung (gereizt). b—d langgestreckte Formen (vergl. Fig. 1 o), c wohl Theilung. In b d zeigen die Fäden eine Anordnung, die nicht wohl daran zweifeln lässt, dass sie im Leben, durch die Streckung der Zelle, in diese Lage gekommen sind. Uebrigens ist das Netz gegenüber dem lebenden Zustand hier wie überall bei Kal. bichr. etwas geschrumpft; in e sehr stark. e zeigte gar kein Plasma, wie häufig. (vergl. Stricker l. c.) Der in α gezeichnete Kern sieht aus, wie eine reine Durchschnürung der Zelle mit Kernfigur. Da man aber massenhaft Zellen in der Lage und Form von β findet, und das Bild von α herauskommen muss, wenn man β von oben sieht; da man ferner niemals einen solchen Kern wirklich stärker semmelförmig durchgeschnürt findet, so glaube ich für's Erste nicht an eine directe Abschnürung der Leukocyten in dieser Form, sondern dass immer eine Streckung (13 c) vorangeht.

Fig. 14. Kerne der Blasenwand, Kali bichromicum, Hämatoxylin (Vergl. Abschn. 1 B).

b Gewöhnliches Aussehen der Kerne bei dieser Behandlung; in dem gezeichneten sind einzelne Verdickungen des Gerüstes vorhander, was nicht immer der Fall (so in c fehlend). Die dunklen Pünctchen sind optische Querschnitte von Balken.

a Veränderung, in Folge von Durchreissen von Bälkchen und confluiren grösserer Zwischensubstanzvacuolen, unter Zusammendrängung des Netzwerks. (Rechts ist die Membran zu dick dargestellt).

c Fixe Zelle rechts, Wanderzelle links herangekrochen, die fast nur aus dem Kern besteht: man muss annehmen, dass dieser selbst sich bewegt hat (vergl. Stricker l. c.). In diesem Fall war der Kern auffallend blasser gefärbt, wie der der fixen Zelle daneben; was meist umgekehrt ist.

Fig. 15. Veränderung von ruhenden Kernen unter Einwirkung der Schimmelbildung, Pikrinsäure-Hämatoxylin.

Tafel XVI.

Lebend beobachtete Zellentheilungen, Hautepithel der Larve von Salamandra.

Mit Ausnahme von Fig. 10 u. 11 Alles mit Hartn. 9 à imm., Oc. 1, ausg. Tub. gezeichnet. Die Grössenverschiedenheiten (z. B. Fig. 2 u. 3) beruhen darauf, dass die Epithelien an verschiedenen Stellen sehr ungleiche Grösse besitzen. — Es sind nur solche Fäden, Windungen etc. in den Kernfiguren gezeichnet, die sich bei versch. Einstellung deutlich wahrnehmen liessen; aber auch diese konnten, ohne die Zeichnungen verwirrt zu machen,

nicht alle eingetragen werden. Es waren also viel mehr Zusammenhänge zu finden, als gezeichnet sind; in Fig. 1, 2a u. a. mehr sind nicht etwa Körner im Kern vorhanden, sondern gewundene Fäden, vergl. die Tinctionen dieser Phasen auf Taf. XVII Fig. 2c, Taf. XVIII Fig. 15). Uebrigens sind die Bilder absichtlich möglichst einfach gehalten. Vergl. Abschn. 2A.

Fig. 1. Anfangsstadium, entspricht etwa Taf. XVII Fig. 2c. Vorwölbung der Zelle. — I. C. = Intercellularspalten mit Brücken. — Epithelkerne buchtig, mit Netzen, vergl. Abschn. 1 A.

Fig. 2. a—l direct verfolgte Theilung:

(Sah vorher aus wie Fig. 1. $^1/_2$ Stunde nach Beginn der Beobachtung: wie Fig. 2a (Knäuel-Phase 2, s. Text, vergl. Fig. 3 Taf. XVII). Etwa $^3/_4$ Stunde später: 2b (Uebergang zur Phase 4, vergl. Fig. 6, 7, 8 Taf, XVII). 20 Min. später: 2c Stern (Phase 4, vergl. Fig. 11 Taf. XVII) bleibt über 15 Min., 2d, dann relativ rasch (in wenigen Min.) entstehend: 2e f (Systole, Fig. 10 Taf. XVII), dann allmählig wieder: Diastole, wie in 2d. — Macht dann, im Lauf von 45 Min., noch zweimal Systole und Diastole durch, immer unter ganz allmähliger Formänderung; auf die letzte Diastole folgt, ebenfalls in wenigen Minuten sich entwickelnd, 2g (Phase 5, Aequatorialplatte, Fig. 13 Taf. XVII). Darauf folgen, je mit Bestand von 3—4 Min. und unter Verschiebungen, die Formen 2h i k, dann rasch: die Trennung, von 2k bis 2l vergingen nur $2^1/_2$ Min., zwischen beiden kurz vor der Trennung, erschien die Anordnung noch einmal wie in 2i (d. h. keine deutlichen Windungen. Vergl. Fig. 13, 14 Taf. XVII).

In Fig. 2g—2l sind manche der Fäden versehentlich etwas zu dick ausgefallen.

Für die weiteren Formen in:

Fig. 3. erspare ich eine Verlaufsschilderung: die Phasen sind im Wesentlichen die umgekehrten wie die eben beschriebenen, vergl. Text Abschn. 2 A, und die Tabelle in Absch. 2 B.

Fig. 3 K': K nach Essigsäurezusatz, ist nicht homogen, sondern ein Gerüst.

Fig. 4. a—p Theilung einer Leydig'schen Schleimzelle, vom Sternstadium an. Siehe Text Abschn. 2 A. (o und p etwas zu gross ausgefallen).

Fig. 5. Stadium wie Fig. 2b c, sehr flach liegend: man sieht Doppelfäden, vergl. Fig. 6 und 10 Taf. XVII.

Eig. 6. Stadium wie 2k, enthält grobe Fett- (oder Dotter)körner. Sehr deutlich. Polgruppirung; 6a anderes, etwas schräg vom Pol gesehen, radiäre Körnergruppirung hervortretend.

Fig. 7. Sternform der Kernfigur einer Schleimzelle, freies Mittelfeld.

Fig. 8. Aequatorialplatte.

Fig. 9. Tochterkerne in Sternphase, Verbindungsstrang, Essigsäure, s. Text.

Fig. 10. Von einer lebenden Knorpelzelle durchlaufene Theilungsformen, Text.

Fig. 11. Lebend. Verhalten der Intercellularspalten über den Leydig'schen

Schleimzellen: über ihrer Mitte verengert zusammenlaufend. Epithel-Kerne mit Netzen, buchtig, vergl. Abschn. 1 A. (Es ist nur das Eine schematisirt, dass der Umfang der [hell angegebenen] Schleimzelle nur in dem halben Durchmesser genommen ist, wie er bei tiefer Einstellung war, um das Bild nicht zu gross zu machen.)

Fig. 12. Breite Intercellularspalte der tiefen Epithelschicht, mit darin laufender Nervenfaser. S. Abschn. 1 C. Kiemenblatt; Epithelkerne unsichtbar.

Tafel XVII.

Die meisten Figuren mit Hartn. imm. 12 Oc. 1 gezeichnet, oder im Umriss nach diesem entworfen und — der grösseren Helligkeit zu Liebe — mit imm. 9. 1 gezeichnet.

Wie für Taf. XVI gilt, dass nicht alle Fäden resp. Windungen mitgezeichnet sind, wo dadurch Verwirrung entstanden wäre. Die Figuren zeigen also nicht alle die Fadenverbindungen, die wirklich sichtbar waren, wo Fäden in die Tiefe bogen (z. B. Fig. 1 b, 2 c u. a).

Da es unmöglich ist, solche Dinge von 3 Dimensionen ganz unkörperlich darzustellen, so habe ich mir in so weit zu schematisiren erlaubt, diejenigen Fädenstrecken, die im Ganzen einer höheren Einstellung entsprachen, dunkler, die tiefliegenden heller zu halten. Die Behandlung: a) Pikrinsäure oder Chromsäure, Hämatoxylin, Glycerin, Wasser oder Nelkenöl; b) Chromsäure — Alkohol — Safranin — Alkohol — Nelkenöl.

Indem ich für alles Nähere auf den Text und die Tabelle verweise, zähle ich die Figuren nur kurz der Reihenfolge der Phasen entsprechend auf:

Fig. 1. a ruhender Epithelkern (die meisten der Tafel sind Epithelkerne), b erstes Anfangsstadium: In b ist die Zwischensubstanz des Kerns noch blass gefärbt (was in den folgenden Figg. 2 c, 3 ff. nicht mehr der Fall), aber blasser wie in a. Vergl. Text. Die dunklen Puncte in b sind optische Querschnitte. Die feinen Körner in a sind Pikrinsäureerscheinungen.

Fig. 2. In a ruhender Kern der ersten Schicht mit Netz, b ebensolcher der zweiten Schicht, Netz entfärbt und unsichtbar, Nucleolen sichtbar. Vergl. Abschn. 1 B (Pikrinsäure und Chromsäure). Die feinen untingirten Körner sind Chromsäureerscheinungen. c enggewundenes Anfangsstadium der Theilung, Phase 1—2. (Epithel, Kiemenblatt).

Fig. 3, 4. Phase 3 (Text): Knäuel- oder Korbform des Mutterkerns. (4: Hartn. Syst. 7. Die beiden Kerne waren nicht junge, obwohl sie ähnlich einem jungen Kernpaar sich gegenüber lagen; denn ihre Grösse übertraf die der ruhenden Kerne, was bei jungen nie der Fall)[1].

1) Der Contour der Membran m in Fig. 3 ist bei der Wiedergabe leider ganz unkenntlich ausgefallen.

Fig. 5. (Der Deutlichkeit wegen etwas grösser gezeichnet): Uebergang aus der vorigen Form, durch die Kranzform:

Fig. 6, 7, zum:

Fig. 8—11, Stern. Fig. 8 etwas schiefliegend, daher Polkörnergruppen dem Centrum sehr genähert erscheinend. Noch einfachstrahlig. Diastolisch. Die kleineren gefärbten Partikeln in der Mitte entsprechen nicht Körnern, sondern optischen Querschnitten senkrechter Windungen (Fig. 7 u. 8 sind versehentlich in der Reihe vertauscht).

Fig. 9. Doppelstern, doppelstrahlig.

Fig. 10. Systolischer doppelstrahliger Stern. Netze in dem hellen Hof.

Fig. 11. Endothel eines kleinen Gefässes, Kernfigur, diastolischer Stern. Eine der peripheren Schlingen s 2 ist eben zertrennt, eine andere s 1 hängt noch: zeigt das Hervorgehen des Sterns aus der Kranzphase (vergl. auch Fig. 6, 7). In der Mitte der Figur: optisch verkürzte Windungsschenkel, doch sind sie hier wirklich kürzer wie die seitlichen, da die Zelle sehr flach. p polare, a aequatoriale Strahlen.

(Statt p (polare Strahlen) ist versehentlich 1° gedruckt. Die Buchstaben a b, auf welche p. 384 verwiesen ist, sind vergessen).

Fig. 12. Feinstrahlig gewordener Stern (durch Längsspaltung der Strahlen, vergl. d. vorigen).

Fig. 13, 14. Aequatorialplatte, letztere schon von Tonnenform (war besonders klein im Verhältniss zur Zelle).

Fig. 15 u. 16 sind versehentlich in der Reihe vertauscht.

Fig. 15. Beginnende Sternform der Tochterkerne nach der Trennung. Der helle Hof und der intranucleare Raum zeigen zwischen den Kernen verästelte Stränge, aber ungefärbt (es war absichtlich ein Exemplar ausgesucht, an dem das Plasma der Zelle noch ziemlich Farbe gehalten hatte. Die Stränge sind also hier schwerlich Kernsubstanz).

Fig. 16. Ausgebildete Sternform der Töchter. Von dem hellen Hof keine Spur zu finden, der Schein um die Kerne selbst ist nur Reflex.

Fig. 17. Kranzform der Töchter (vergl. den Mutterkern in Fig. 6): Centrale und periphere Schlingen. — Eine schwache Andeutung eines Verbindungsstranges zwischen den Kernen. Theilung der Zelle.

Fig. 18. Verdichtung des Gewindes, Knäuelform der Töchter (vergl. den Mutterkern in Fig. 3). Weiter s. Taf. XVIII Fig. 1 ff.

Fig. 19. Rothe Blutzelle der Larve in Theilung in einem Gefäss, Chromsäure, Hämatoxylin, ist in ihrer Farbe am frischgemachten Präparat wiedergegeben; die sonstigen Kerne und Kernfiguren waren rein blau, wie in 21. Mischung von Hämoglobinfarbe mit Kernfarbe.

Sternphase: Nimmt die ganze Zelle ein, deren Substanz einverleibt wird.

Fig. 20. Ebenso. späteres Stadium, eben erfolgte Trennung. Die Pole liegen hier, wie oft bei Blutzellen, unsymmetrisch.

Fig. 21. c Rothe Blutzelle, Theilung der Phase des doppelstrahligen Sterns; b Anfangsstadium, Knäuel; a ruhend. In einem Capillargefäss.

Hier: Pikrinsäure — Hämatoxylinfärbung, die Hämoglobinfarbe ist nicht bemerkbar, die Kernfigur rein blau.

Fig. 22 u. 23a. Schleimzellen, Theilung, Knäuelstadien der Kerne. (Meist so eng gewunden wie 22, anscheinend körnig; bei 23a der Sachverhalt erkennbar. Fig. 23 b Knäuelform der Töchter bei einer Schleimzelle. Verbindungsstrang war absolut untingirt. c ein ruhender Kern.

Tafel XVIII.

(Die Neutraltintenfarbe entspricht der Tinction.)

Fig. 1—4. Uebergang der Tochterkerne von der Knäuelform (Fig. 18 vor. Tafel) durch die Gerüstform, mit querer Gitterung, zur Ruhe, Fig. 4 kurz vor dieser. Letztere repräsentirt keine Verkleinerung, ist bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 5. Stark systolischer, eben doppelstrahlig werdender Stern.

Fig. 6, 7. Trennungsstadien (zwischen Fig. 14 u. 15 vor. Taf.).

Fig. 8. Ebenso, von einer Gefässendothelzelle.

Fig. 9. Muskelzelle (Darm), Kern im Knäuelstadium.

Fig. 10. Bindegewebszelle, Sternstadium.

Fig. 11. Ein dickstrahliges Trennungsstadium, Epithel.

Fig. 12 u. 14. Erste Anfangsstadien; Fig. 15 darauf folgende (vergl. Taf. XVII Fig. 1b und 3c). Fig. 13 ruhender Kern, körnig, Netz unsichtbar, Nucleolen. Nach Chroms. Hämat. Präp. Vergl. Fig. 2 b Taf. XVII,

In Fig. 14: Oberer Theil der Figur periphere Einstellung, unterer: mittlere Einstellung. Auch für Fig. 12, 14, 15 gilt, wie anderer Orten, dass das Fadengewinde viel durchgehender in sich zusammenhängt, als es gezeichnet werden konnte. (Vergl. Erkl. der Taf. XVI u. XVII, zu Anfang).

Fig. 16. Noch ungetheilter, halb systolischer Stern.

Fig. 17. Skizze einer Endothelzellentheilung von der Froschhornhaut, mit feinfadiger Kernspindel, nach einem Präparat von W. Mayzel.

Für alles Nähere wird auf Abschnitt 2 A verwiesen.

Wo nichts Anderes bemerkt ist, betreffen die Theilungen überall Epithelzellen.

Ueber die Theilung der thierischen Zellen.

Von

Professor Dr. **Peremeschko**
in Kiew.

Hierzu Taf. XIX.

Die Untersuchungen der letzteren Zeit deuten darauf hin, dass die Theilung der Zellen ein sehr complicirter Process sein muss. Diese bisherigen Untersuchungen waren theils an lebendigen Objecten: pflanzlichen Zellen, Eiern niederer Wirbellosen und Knorpelzellen der Amphibien, theils an todten: den Epithelien der Nickhaut und der Cornea des Frosches etc. angestellt [1]).

Ich habe ein Object gefunden, an welchem man nicht nur den ganzen Verlauf dieses in der That complicirten Vorgangs verfolgen, sondern auch sich überzeugen kann, dass fast alle Zellen des thierischen Körpers (wenigstens bei niederen Wirbelthieren), amöboide wie fixe, sich theilen können. Dieses Object ist der Schwanz und die Schwanzflosse, besonders die untere, junger Tritonlarven (Triton cristatus). Die Epithelzellen dieser Larven sind ganz durchsichtig, da das Pigment sich in den Bindegewebszellen befindet, welche bei jungen Thieren nur in geringer Anzahl vorhanden sind und die Beobachtung nicht stören. Vom 5ten bis 6ten Tage nach dem Ausschlüpfen bis zur Zeit, wo die Pigmentzellen zahlreicher werden und der Schwanz sich zu sehr verdickt, sind die Larven am tauglichsten; in der ersten Zeit hindern die in den Zellen befindlichen zahlreichen Dotterkörnchen die Untersuchung.

Triton cristatus legt seine Eier von der Mitte des April bis Ende Mai ab (in Kiew). Die Eier entwickeln sich also nicht gleichzeitig und das nöthige Material kann ziemlich lange Zeit bezogen

1) Als dieses Manuscript schon fertig war, habe ich die vorläufige Mittheilung von Flemming über seine Beobachtungen des Theilungsvorganges thierischer Zellen erhalten.

werden. Die Eier entwickeln sich gut in Zimmeraquarien; ausserdem können die jungen Larven auch in Teichen gefangen werden.

Ich beobachtete bis jetzt die Theilung folgender Zellenarten: 1. der Epithelzellen, welche den Körper des Thieres bedecken; 2. der sternförmigen Bindegewebszellen, welche in beiden Flossen dicht unter dem Epithel in grosser Anzahl vorhanden sind; 3. der weissen Blutkörperchen, die sowohl innerhalb als auch ausserhalb der Blutgefässe sich theilen können; 4. der spindelförmigen Zellen, aus welchen die Blutcapillaren bei den genannten Larven sich entwickeln.

In vorliegendem Aufsatze beschreibe ich den Theilungsvorgang der Epithelzellen, und zwar zunächst an todten mit verschiedenen Reagentien bearbeiteten Objecten.

Als Reagentien bediente ich mich einer $^1/_2$—$^1/_5$ pCt. Chlorgold- und Osmiumsäurelösung, einer $^1/_2$ pCt. Lös. von Arg. nitric. und Alcohol bsol. Als Färbemittel dienten Haematoxylin-, Fuchsin- und neutrale Carminlösung. Alle die erwähnten Reagentien sind passend, besonders aber Alcohol. abs.; mit Hülfe des Alcohol können die nöthigen Präparate sehr schnell gefertigt werden; lässt man nämlich ein Stückchen des abgeschnittenen Schwanzes $^1/_4$ St. in Alcohol liegen, färbt ihn mit einem der erwähnten Färbemittel, schliesst in Glycerin oder Damarlack ein, so ist das Präparat fertig. Ferner kann man mittelst des Alcohol, indem man darin das Thier schnell tödtet, die verschiedenen Stadien der Zelltheilung fixiren, wie es Strasburger[1]) mit pflanzlichen Zellen versucht hat.

Betrachten wir die mittelst der erwähnten Reagentien verfertigten Präparate (Hartn. Object 7 oder 8, Ocul. 3), so bemerken wir, dass der Schwanz und die Flosse mit zwei Schichten platter polygonaler Epithelzellen bedeckt sind. Die Contouren der Zellen sind blass, stellenweise sogar ganz unsichtbar; nur an mit Silbernitrat bearbeiteten Präparaten sind sie gut sichtbar. Die Zellen sind feinkörnig, der Form nach meistens regelmässig oder unregelmässig polygonal, zuweilen mit abgerundeten Ecken, stellenweise rund. Was die Kerne betrifft, so kann man zwei Arten derselben unterscheiden: a) die unveränderten, gewöhnlichen Kerne, welche denen gleichen, die überhaupt in verschiedenartigen todten Zellen vorkommen; diese Kerne sind rund oder oval, feinkörnig, mit

1) Zellbildung und Zelltheilung.

feinen scharfen Contouren versehen, mit einem oder mehreren Kernkörperchen, zuweilen auch ohne dieselben (Fig. 1), mit Färbemitteln tingiren sie sich ziemlich intensiv; b) die veränderten Kerne: 1. weit grössere als die sub a beschriebenen Kerne; sie sind meistens von unregelmässiger Gestalt, feinkörnig, mit einigen länglichen Körnern im Inneren, welche sich mit Färbemitteln intensiver imbibiren, als die feinkörnige Masse des Kernes; in einigen von diesen Kernen sind die länglichen Körner in ziemlich bedeutender Anzahl vorhanden (Fig. 2, 3, 4). Wenn man viele von diesen Kernen durchmustert, so bemerkt man hie und da neben den länglichen Körnern auch feine kürzere oder längere Fädchen (Fig. 5); endlich besteht zuweilen der Kern aus Fäden, welche ein mehr oder weniger regelmässiges Netz bilden (Fig. 65). Alle die beschriebenen Kerne sind mit ganz deutlichen Contouren versehen; 2. Kerne, die viel kleiner sind als die zuletzt beschriebenen, zuweilen befinden sie sich zu zweien in einer und derselben Zelle, meistens aber liegen sie einzeln in benachbarten Zellen. Der Form nach sind diese Kerne bald rund, bald nierenförmig, bald halbmondförmig; sie bestehen bald aus der fein-, bald aus der grobkörnigen Masse, bald aus feineren oder dickeren unter einander verflochtenen Fäden; mit Färbemitteln tingiren sie sich sehr intensiv (Fig. 6, 7, 8); 3. zuletzt trifft man in vielen Zellen der beiden Schichten ganz besondere Gebilde; einige von ihnen bestehen aus feinen, andere aus etwas dickeren Fäden, welche zu den verschiedenartigsten, nicht selten sehr regelmässigen schönen sternförmigen, knäuelförmigen, baumförmigen etc. Figuren, zuweilen um ein Centrum, gruppirt sind (Fig. 9—25); in einigen Zellen sind die Fäden auch ohne alle Ordnung zerstreut (Fig. 20, 23, 31); stellenweise sind zwei besondere Gebilde in einer und derselben Zelle vorhanden. In diesem Falle liegen sie entweder dicht neben einander oder in einiger Entfernung (Fig. 26—30); die Gebilde sind meistens umfangreich, so dass sie den grössten Theil des Zellkörpers einnehmen. Die sie zusammensetzenden Fäden sind, besonders an Alcoholpräparaten, scharf contourirt, gleichartig, ohne Körnchen; nicht alle Fäden in einem und demselben Gebilde sind von gleicher Länge und Dicke: einige sind dicker und kürzer, andere dagegen feiner und länger; ferner sind einige gerade, andere dagegen bald bogen-, bald haken-, bald sogar ringförmig gekrümmt; noch andere haben einen wellenförmigen Verlauf (Fig. 13, 20, 23, 24, 25); zuweilen

gehen von den längeren Fäden kürzere, wie Aeste, ab. Die Gebilde färben sich mit allen genannten Färbemitteln sehr intensiv, die sie umgebende feinkörnige Masse dagegen färbt sich sehr schwach. Streift man die Epithelien von dem Körper der mit Alcohol getödteten Larve ab, so sieht man die beschriebenen Gebilde auch in den isolirten Zellen; endlich können sie in Folge der Zerstörung der Zelle beim Präpariren auch ganz isolirt dargestellt werden; in diesem letzteren Falle bemerkt man, dass die Fäden radienartig in feinkörniger Masse stecken und sich unmerklich in ihr verlieren (Fig. 32). Eberth[1]) giebt an, dass die Gebilde immer von einem hellen Raume umgeben seien. Ich nahm auch zuweilen wahr, dass der das Gebilde umgebende Raum viel durchsichtiger ist, als der Körper der Zelle (Fig. 13, 15), meistens sind sie aber gar nicht von dem Körper der Zelle abgegrenzt.

Diese im Körper der Zelle befindlichen Bildungen sind, wie man sieht, den beim Theilungsvorgange fadenförmig differenzirten Zellenkernen sehr ähnlich. Da aber die Zellenkerne auch durch einige Reagentien (s. unten) ähnliche Veränderungen erleiden können, so wandte ich mich zur Beobachtung des Theilungsvorganges der Zellen an lebendigen Tritonlarven. Es ergab sich, dass die beschriebenen Gebilde wirklich die veränderten Zellenkerne in verschiedenen Stadien ihrer Theilung sind.

Curarisirt man eine junge Tritonlarve (das Verfahren s. unten), bedeckt man den oberen Theil derselben mit feinem Fliesspapier, welches stets mit Wasser benetzt werden muss, und legt man auf das Ende des Schwanzes ein Deckgläschen, unter welches, um den Druck zu vermeiden, ein Stückchen desselben Papiers gebracht wird, so ist das Präparat fertig.

Bei nicht curarisirten Thieren sind die den Körper deckenden Epithelzellen ungemein blass, sie bestehen aus sehr feinkörniger Masse, in welcher bei ganz jungen Thieren Dottertheilchen sich finden (Fig. 16, 33, 41, 42); die Contouren der Zellen und die (nicht differenzirten) Kerne derselben sind überhaupt unsichtbar und nur stellenweise auf dem eigentlichen Schwanze eben bemerkbar. Nach Einwirkung des Curare oder noch besser, wenn man das curarisirte Thier in 1 pCt. Lösung von Kochsalz während einer halben Stunde lässt, ändert sich das Bild sehr merklich: die Zellen sind

1) Virchow's Arch. Bd. 67, Heft 4.

nämlich nicht mehr blass, sondern treten ziemlich gut hervor; ihre Contouren sind ganz deutlich ausgeprägt; zwischen den Zell-Contouren bemerkt man an einigen Stellen des Objectes enge durchsichtige Räume oder Spalten, die nicht selten mit dünnen Strichen durchsetzt sind, so dass man das Bild von Stachelzellen vor sich hat (Fig. 34). Beobachtet man die erwähnten Spalten während einiger Zeit, so bemerkt man, dass sie sich erweitern, verengern und ganz verschwinden können; die Striche werden dabei bald kürzer, bald länger, bald verschwinden sie ganz. Alle die erwähnten Erscheinungen scheinen dafür zu sprechen, dass die Spalten in Folge des Zusammenziehens der Zellen (wegen der Reizung — Curare, Kochsalz) entstehen und die Striche die amöboiden Ausläufer der Zellen sind. An curarisirten Thieren werden auch die Zellenkerne sichtbar: sie sind rund oder von etwelcher unregelmässiger Form, mit blassen Contouren versehen; in einigen Zellen sind sie gross, in anderen dagegen viel kleiner; sie bestehen aus feinkörniger Masse und enthalten im Inneren mehr oder weniger theils runde, theils verlängerte Körner, zwischen welchen hie und da einige kurze Fädchen liegen (Fig. 34), die zuweilen sich untereinander netzartig verbinden.

Ob zwischen den Körnern auch die Kernkörperchen vorhanden sind, kann ich nicht sagen. Es ist überhaupt schwierig, sogar kaum möglich, an lebendigen Objecten die Kernkörperchen von Körnern, die in den Kernen auftauchen, zu unterscheiden.

Durchmustert man an curarisirten Thieren viele Epithelzellen, so findet man leicht, besonders bei nicht sehr jungen Individuen, öfter in der oberen Epithelschichte, eine solche Zelle, die das oben beschriebene aus Fäden bestehende Gebilde enthält. Wir werden diese Gebilde vorläufig „fadenförmig differenzirte Kerne“ nennen (Strasburger). Der differenzirte Kern tritt zuweilen sehr scharf hervor, zuweilen ist er dagegen sehr blass, kaum sichtbar, von dem Protoplasma der Zelle ist er gar nicht abgegrenzt. Ueberhaupt sind diese Kerne in den lebendigen Zellen viel blasser, als in den mit verschiedenen Reagentien bearbeiteten. Die Contouren der solche Kerne enthaltenden Zellen sind bei normalen Thieren, wie gesagt, unsichtbar; bei curarisirten dagegen, besonders mit nachfolgender Anwendung von Kochsalzlösung, sind sie ganz deutlich. Der Form nach sind die Zellen meistens regelmässig oder unregelmässig polygonal, zuweilen rund oder oval. Die faden-

förmig differenzirten Kerne nehmen meistens fast den ganzen Leib der Zelle ein, so dass die Enden der Fäden in der Peripherie des Zellkörpers liegen (s. Abbild.). Fixirt man nun eine Zelle, die einen differenzirten Kern in sich enthält, so überzeugt man sich leicht, dass die Form dieses Kernes sich ändern kann: der knäuelförmige Kern z. B. wandelt sich erst in einen baumförmigen um, dann nimmt er etwelche unregelmässige Form, dann die Form eines mehr oder weniger regelrechten Sternes an u. s. w. Bei diesen Formveränderungen werden die Kerne bald ganz blass, kaum sichtbar, bald treten sie sehr scharf hervor; die sie zusammensetzenden Fäden werden dabei bald länger, bald kürzer, bald dicker, bald dünner, ferner sind sie entweder gerade oder bogenförmig, wellenförmig, sogar ringförmig gebogen und gekrümmt. Alle die erwähnten Veränderungen gehen sehr langsam vor sich, wenigstens konnte ich sogar mit ziemlich starken Vergrösserungen (Hrt. Syst. 11) im Inneren der Zelle keine Bewegung wahrnehmen. In einigen Zellen (s. unten) äussern die differenzirten Kerne bei diesen Formveränderungen, wenngleich sehr schwache Locomotionen, in den meisten Zellen bemerkt man sie aber nicht. Die beschriebenen Formveränderungen der Kerne hängen wahrscheinlich theils von den Lageveränderungen des ganzen Kernes, theils von den Veränderungen der einzelnen Fäden, nämlich von ihrer Verkürzung und Verlängerung u. s. w. ab; wenigstens kann man leicht wahrnehmen, dass die auf Fig. 16 abgebildete Form dadurch entsteht, dass einige Strahlen des Sternes (Fig. 12 u. anderer) sich stark verkürzen. Den Uebergang zwischen den beiden letztgenannten Figuren stellt die auf Fig. 22 abgebildete Form dar. Während der Formveränderungen des Kernes ändert sich meistens die Grösse und die Form des Zellkörpers nicht.

Nach einer gewissen Reihe von Formveränderungen wird endlich der Kern ungemein blass, kaum sichtbar; betrachtet man ihn aber genauer (mit schiefer Beleuchtung), so bemerkt man, dass einige von den ihn zusammensetzenden Fäden sich untereinander kreuzen (Fig. 63); da diese Fäden sehr fein und blass sind, so ist es schwer an lebendigen Objecten eine klare Vorstellung über die Form des Kerns zu dieser Zeit sich zu bilden. Fixirt man ihn mit Alkohol, so stellt er sich unter der Form von zwei Sternen dar, deren einige Strahlen (Fig. 35, 36) sich untereinander kreuzen; die Sterne sind untereinander mit ihren mittleren Theilen ver-

bunden, so dass das ganze Gebilde lebhaft an die Theilung der Eier niederer Wirbellosen erinnert (s. die Abbild. bei Strasburger und O. Hertwig). Es scheint, dass in diesem Momente die Theilung des Kernes beginnt; die beiden Sterne sind nämlich künftige Kerne. Auf welche Weise aber diese Theilung geschieht kann ich nicht bestimmt sagen. Bald darauf nimmt der Kern eine mehr oder weniger regelmässige Tonnenform an (Fig. 37, 38, 39), in welcher Tonne immer einige Fäden zerrissen sind, diejenigen nämlich, welche am weitesten von der Axe der Tonne (in optischer Ebene) entfernt liegen. An den anderen noch nicht zerrissenen Fäden erscheinen bald in der Mitte jedes Fadens, also beinahe in der Aequatorialebene der Tonne, kleine Verdickungen oder Varikositäten; sie treten jedoch nicht gleichzeitig an allen Fäden auf und liegen nicht genau in derselben Ebene. An der Stelle der genannten Verdickungen zerreissen endlich die Fäden und die Tonne theilt sich in zwei gleiche Theile (Faserkörbe, Eberth[1]); dadurch sind zwei neue Kerne gebildet (Fig. 26, 27, 28, 29).

Durch Heben und Senken des Mikroskoprohres kann man sich überzeugen, dass die die Körbe bildenden Fäden zwar nicht alle in einer Ebene liegen, doch sind sie nicht weit von einander entfernt, so dass die Körbe etwas abgeplattet sein müssen.

Da die Verdickungen der Fäden, wie gesagt, nicht gleichzeitig auftreten und nicht in einer und derselben Ebene liegen, da ferner die Fäden nicht gleichzeitig zerreissen, so bildet sich in den thierischen Zellen die Kernplatte nicht, wie in den pflanzlichen (Strasburger[2]). Die Fäden zerreissen vollständig; wenigstens konnte ich nicht (Hrt. Syst. 11) diejenigen feinen Fädchen bemerken, welche nach Strasburger die Zellplatte bilden sollen. Hat sich der Kern getheilt, so rücken die beiden Theile desselben zu den Polen der Zelle hin und gleich darauf beginnt die Theilung des Zellkörpers. Auf der Oberfläche der Zelle erscheint, entsprechend der Mitte des Raumes zwischen den neugebildeten Kernen, eine kleine von starker, dunkler Contour umgebene Furche, die sich ziemlich rasch in den Körper der Zelle vertieft; dann

1) l. c.
2) l. c.

zeigt sich auch auf der entgegengesetzten Seite der Zelloberfläche eine ähnliche Furche, welche auch in den Zellkörper eindringt (Fig. 33, 41). In Folge dieser Vertiefungen entstehen zwischen der sich theilenden Zelle und ihren Nachbarinnen grössere oder kleinere durchsichtige Räume (Fig. 42 a, a). In diesen letzteren, wenn sie nicht sehr eng sind, sieht man amöboide von der sich theilenden Zelle ausgehende Fortsätze; zuweilen sind sie sehr zahlreich, so dass die ganze Zelle franzenartig von ihnen umgeben ist (Fig. 44). Sind die genannten Vertiefungen bedeutend geworden, so kann man sich überzeugen, dass sie sich auch auf die vordere Oberfläche der Zelle fortsetzen, so dass bei der Theilung des Zellkörpers sich um denselben die volle ringförmige Furche bildet (Fig. 43). Aus der bedeutenden Tiefe dieser Furche auf der äusseren, d. h. zum Auge gewendeten Oberfläche kann man schliessen, dass die platte Epithelzelle zur Zeit der Theilung convex nach aussen wird. Vor dem Ende der Theilung wird die Zelle in ihrer ganzen Ausdehnung scharf, zuweilen dunkel conturirt: war sie im Anfange der Theilung polygonal, so runden sich ihre Ecken ab, die Zelle verlängert sich dabei um ein wenig, ihr Körper wird weniger durchsichtig, — das Protoplasma verdichtet sich, so zu sagen, wahrscheinlich in Folge der Zusammenziehung. Für das Zusammenziehen desselben sprechen die oben erwähnten Spalträume zwischen der sich theilenden Zelle und ihren Nachbarinnen, die Verkleinerung der Zelle im Umfange, was man sieht, wenn man eine und dieselbe Zelle von Anfang bis zum Ende der Theilung beobachtet, und ausserdem das Hervortreten von Falten auf ihrer Oberfläche, vor dem Ende der Zelltheilung, welche von der Furche beginnen (Fig. 42). Im weiteren Gange der Theilung wird die Brücke, welche die beiden Zelltheile untereinander verbindet, schmaler und schmaler und endlich zerreisst sie; dadurch werden zwei neue der Grösse nach, einige seltene Fälle ausgenommen (s. unten), untereinander gleiche Zellen gebildet. Anfangs sieht man zwischen ihnen einen durchsichtigen länglichen Raum, der aber bald verschwindet, so wie auch die Spalträume zwischen den neugebildeten und benachbarten Zellen. Sind alle diese Zwischenräume verschwunden, so unterscheiden sich die neugebildeten Zellen von ihren Nachbarinnen nur durch die geringere Grösse.

Einmal beobachtete ich eine ungemein rasche Theilung einer Zelle,

wobei alle Erscheinungen sehr scharf ausgeprägt waren. Die Theilung des Zellkörpers begann, ehe die neugebildeten Kerne sich zu den Polen der Zelle entfernten; die Zelle war in ihrem ganzen Umfange auf einmal scharf contourirt, ihr Protoplasma fast undurchsichtig geworden; dann verschwanden die Ecken derselben (die Zelle war 5-eckig) eine nach der anderen; sie waren in den Leib der Zelle wie eingezogen; die Zelle rundete sich ab und verlängerte sich; dann bildete sich zwischen ihr und den benachbarten Zellen ein ziemlich umfangreicher durchsichtiger Raum, in welchem die von dem Körper der sich theilenden Zelle ausgehenden zahlreichen feineren und dickeren Fortsätze erschienen, welche bald hineingezogen, bald von neuem herausgestossen wurden (Fig. 44). Dieses Spiel der Fortsätze dauerte aber nicht lange; es erschien bald die Ringfurche, welche sich sehr rasch in den Leib der Zelle vertiefte. Als die die beiden Zelltheile verbindende Brücke sehr schmal geworden war, schien der Theilungsvorgang auf kurze Zeit zu ruhen; jetzt entfernten sich die beiden neugebildeten Kerne zu den Polen der Zelle; dann zerriss rasch die Brücke und die neugebildeten Zellen wurden den benachbarten ähnlich. Der ganze Theilungsvorgang dauerte genau eine halbe Stunde.

Wir haben die Theilung der gewöhnlichen den Körper des Thieres deckenden Epithelzellen beschrieben. Zwischen diesen gewöhnlichen Zellen finden sich fast immer bald in grösserer, bald in geringerer Anzahl besondere Epithelzellen, deren Körper netzförmig differenzirt ist (Fig. 45). Sie liegen in den unteren Epithelschichten meistens auf dem Schwanze selbst; auf den Flossen dagegen sind sie selten in beträchtlicher Anzahl vorhanden; zuweilen ist ihre Zahl so gross, dass der ganze Schwanz und der grösste Theil der Flosse von ihnen bedeckt wird.

Auf dem eigentlichen Schwanze sind auch die gewöhnlichen Zellen etwas verschieden von denen der Flosse; letztere sind nämlich grösser, durchsichtiger und verändern sich bei der Behandlung des Thieres mit verschiedenen Reagentien (Kochsalz, Alcohol etc., s. unten) weniger, als die Zellen des eigentlichen Schwanzes.

Die erwähnten Zellen sind nicht selten zweifach so gross, wie die gewöhnlichen, meistens rund, bläschenförmig; man trifft übrigens auch verschiedene unregelmässige Formen (Fig. 61). Die Haupteigenschaft dieser Zellen (wir werden sie die „Netzzellen" im Gegensatz zu den gewöhnlichen Zellen nennen), wie gesagt, besteht darin, dass ihr Protoplasma netzartig differenzirt ist, wodurch der Körper der Zelle ganz durchsichtig erscheint; die Contouren bleiben aber ziemlich scharf ausgeprägt. Im Inneren jeder Zelle liegt central oder excentrisch ein Kern. In einigen Zellen

sieht der Kern wie ein kleines zusammengezogenes Klümpchen aus, meistens von unregelmässiger Form, bestehend aus gleichförmiger etwas glänzender Substanz, in den anderen dagegen enthält er grössere und kleinere Körner, zwischen welchen bald feine, bald etwas dickere Fäden zerstreut sind; in noch anderen Zellen sind die netzförmig verbundenen Fäden in überwiegender Menge vorhanden. Endlich kann der Kern in ein schönes zuweilen ganz regelrechtes Netz aufgelöst werden (s. unten); mit einem Worte, findet man alle Uebergangsstufen von den compacten Kernen zu den in ein Netz aufgelösten. (Vergleiche Fig. 45, 46, 52, 61, 62 u. 64.) Fixirt man nun einen Kern, welcher aus gleichförmiger Masse besteht oder auch Fäden und Körner enthält, nicht aber das regelrechte Netz zeigt (Fig. 46), so bemerkt man, dass seine Form sich stets verändert; die Contouren werden dabei bald scharf, bald blass, wie verschwommen; nicht selten sind sie an einem und demselben Kerne nicht gleichartig; an einer Stelle scharf, an einer anderen blass, fast unsichtbar. Die Kerne zeigen fortwährende Locomotionen. Von der Peripherie derselben gehen fast immer einige Ausläufer ab, welche sich zwischen den Fäden des Körpernetzes verlieren; sie unterscheiden sich von den Fäden dieses letzteren Netzes, wenigstens an der Stelle des Ausganges von dem Kerne, durch ihre bedeutendere Dicke. Die Fortsätze können ihre Länge und Dicke wechseln, sie können verschwinden und von neuem erscheinen.

Was nun das Körpernetz dieser Zellen betrifft, so sind dessen Maschen in grösseren Zellen geräumiger, die Fäden feiner und blasser, in kleineren Zellen dagegen sind die Maschen kleiner und die Fäden dicker und dunkler. In den grösseren Zellen finden sich fast immer einige kleinere und grössere Vacuolen (Fig. 45), die ihre Stelle ändern können. Zuweilen fliessen einige kleinere Vacuolen in eine grössere zusammen und umgekehrt — eine grössere kann in einige kleinere sich umwandeln. Die Vacuolen können auch ganz verschwinden; die Zelle verkleinert sich in diesem Falle beträchtlich, das Netz wird dichter, die Fäden treten schärfer hervor und werden etwas glänzend. Der Kern selbst geht zuweilen, wie gesagt, die netzförmige Differenzirung ein, wobei dann die ganze Zelle nur aus einem Netzwerk besteht (Fig. 46). Die Fäden, aus welchen das Netz des Kernes sich zusammensetzt, sind immer dicker, schärfer contourirt, und überhaupt besser sichtbar,

als die des Körpers, sodass der Kern auch in dem Zustande der netzförmigen Differenzirung sich von dem Protoplasma der Zelle unterscheidet. Ob netzartig differenzirte Kerne von neuem compact werden können, kann ich nicht sagen. Formveränderungen und Locomotionen habe ich an diesen Kernen nicht beobachtet. Zuweilen differenzirt sich netzartig nur ein Theil des Kernes und der andere bleibt compact in der Form eines oder einiger kleiner Klümpchen. Wie das Körper- so sieht man auch das Kernnetz deutlich in todten Zellen, besonders an Alcoholpräparaten; an der Peripherie der Zelle fliessen die Fäden des Körpernetzes zusammen und bilden eine schmale Schicht des Protoplasmas. Bei Anwendung anderer Reagentien erscheinen die Fäden des Netzes nicht so deutlich, wie bei Alcoholzusatz.

Die Netzzellen bilden sich aus den gewöhnlichen; der Leib der Zelle wird, zuerst um den Kern herum, nach und nach durchsichtiger; ist diese Partie ganz durchsichtig geworden, so bemerkt man darin das Netz (Fig. 64). Die Veränderung breitet sich dann allmählich auf den ganzen Leib der Zelle aus. Die Netzzellen können sich, wie es scheint, in gewöhnliche umwandeln, was ich daraus schliesse, dass sie bei einem und demselben Thiere bald in grösserer, bald in geringerer Menge vorhanden sind. Diese Umwandlung scheint von der Peripherie der Zelle mit dem Zusammenfliessen der Fäden zu beginnen, so dass nicht leicht zu entscheiden ist, wenn man den Vorgang selbst nicht beobachtet, ob die in Fig. 64 abgebildete Zelle eine gewöhnliche in der Umwandlung in eine Netzzelle begriffene sei, oder umgekehrt.

Ich habe erwähnt, dass die Netzzellen bald in grösserer, bald in geringerer Menge vorhanden seien. Bei ganz normalen, eben gefangenen Thieren ist ihre Zahl unbeträchtlich, sie können sogar ganz fehlen; bei denjenigen dagegen, welche verschiedenen Reizungen unterworfen waren (Curare, Kochsalz), ist die Menge dieser Zellen immer grösser. Die Reizungen der Körperoberfläche des Thieres scheinen also Einfluss auf die Umwandlung der gewöhnlichen in die Netzzellen zu haben; ist die Reizung vorbei, d. h. bleibt das Thier lange Zeit in reinem Wasser, so wird die Zahl dieser Zellen geringer. Weitere Beobachtungen dieser merkwürdigen Zellen können ohne Zweifel zur besseren Erkenntniss des Lebens der Zellen führen.

Die Netzzellen können sich theilen[1]). Der Theilungsvorgang ist im Wesentlichen derselbe wie bei den gewöhnlichen Zellen, mit dem Unterschiede, dass er in den Netzzellen kürzere Zeit dauert (s. unten). Da der aus dem Netze bestehende Körper dieser Zellen ganz durchsichtig ist und der Kern nie seine Contouren verliert, so ist es bei den Netzzellen leichter den Anfang der Kernveränderung zu beobachten (s. unten). Der differenzirte Kern dieser Zellen besteht, wie auch der der gewöhnlichen aus Fäden, welche verschiedene Figuren bilden; unterscheidet sich aber von dem Kerne der gewöhnlichen Zellen erstens durch die Grösse: in den Netzzellen ist der Kern immer (sei er fadenförmig differenzirt oder nicht differenzirt) kleiner; der weitere Unterschied besteht darin, dass die den differenzirten Kern zusammensetzenden Fäden in Netzzellen immer dicker als in den gewöhnlichen sind. Wie in den gewöhnlichen, so auch in den Netzzellen verändern die differenzirten Kerne ihre Form; die sie zusammensetzenden Fäden können sich verlängern und verkürzen, verdicken und verdünnen, beugen und ausstrecken; der ganze Kern ändert dabei seine Lage und äussert, wenn auch schwache, Locomotionen.

Der Theilungsvorgang selbst ist ganz derselbe, wie bei den gewöhnlichen Zellen. Nachdem die beiden neugebildeten Kerne sich von einander entfernt haben, wobei man noch deutlicher als bei den gewöhnlichen Zellen sieht, dass die Fäden vollständig zerreissen, beginnt die Theilung des Zellkörpers (Fig. 47). Auch dieser Vorgang ist ganz gleich dem in den gewöhnlichen Zellen, nur werden dabei die Contouren des Körpers der Netzzellen nie so scharf, wie bei den gewöhnlichen. Die Zelle verkleinert sich etwas schon im Anfange der Theilung und vor dem Ende derselben verkleinert sie sich fast zweifach. Das Netz tritt dabei schärfer hervor, wird aber nach vollendeter Theilung von neuem blass.

Bei der Theilung der Netzzellen bemerkt man zuweilen einige Abweichungen von dem gewöhnlichen Gange des Processes. Einmal habe ich beobachtet, dass, nachdem die Theilung des Kernes vollendet war, die neugebildeten Kerne, so wie es Fig. 49 zeigt, lagen. Der Zellkörper hatte sich in diesem Falle unregelmässig getheilt: die Furche erschien nämlich nur an einer Seite der Zelloberfläche und nur am Ende des Vorganges trat eine

1) Ob die Zellen mit netzartig differenzirten Kernen (Fig. 46) sich auch theilen können, habe ich nicht beobachtet.

kleine Vertiefung an der anderen Seite auf (Fig. 50). In einem anderen Falle lagen die neugebildeten Kerne excentrisch (Fig. 51); der Leib der Zelle hatte sich in zwei ungleiche Theile getheilt (Fig. 48). Diese Fälle deuten vielleicht darauf hin, dass der Zellkörper bezüglich der Theilung sich unter dem Einflusse des Kernes befindet. Zu den Abweichungen von dem gewöhnlichen Gange der Theilung sind endlich auch diejenigen seltenen Fälle zu zählen, wo einige Fäden lange unzerrissen bleiben, während die neuen Kerne sich schon ziemlich weit von einander entfernt haben (Fig. 53).

Während der Theilung des Zellkörpers verändern die neugebildeten Kerne noch einige Zeit ihre Form: in gewöhnlichen Zellen werden sie z. B. zuweilen sternförmig (Fig. 27, 30). Am Ende der Theilung beginnen die sie zusammensetzenden Fäden mit ihren Polarenden zusammenzufliessen und bilden eine etwas glänzende compacte Masse (Fig. 42, 43, 48, 50). In den gewöhnlichen Zellen werden die neuen Kerne, nachdem der Zellkörper sich getheilt hat, mehr und mehr blass und zuletzt (bei normalen Thieren) fast unsichtbar, wie überhaupt in lebendigen Zellen; sie bestehen übrigens zu dieser Zeit noch aus Fäden, wie wir an Alcoholpräparaten gesehen haben. In den Netzzellen bleiben die Kerne immer deutlich sichtbar. Gleich nach der Theilung bestehen sie noch aus Fäden; bald fliessen aber diese letzteren zusammen und bilden eine compacte (ohne Körner und Fäden) glänzende Masse (Fig. 52).

Der ganze Theilungsvorgang dauert bei den beiden Zellenarten nicht gleiche Zeit; bei den gewöhnlichen etwa $2^1/_2$ Stunden, bei den Netzzellen dagegen nur etwa $1^1/_2$ Stunden. Was die einzelnen Stadien des Processes betrifft, so wird in beiden Zellenarten $^3/_4$ der angeführten Zeit für die Theilung des Kernes und nur $^1/_4$ für die Theilung des Zellkörpers verbraucht. In einigen Fällen freilich geht der Theilungsvorgang, wie gesagt, ungemein rasch vor sich; die angeführten Zahlen entsprechen aus zahlreichen Beobachtungen abgeleiteten Durchschnittswerthen. Was den Gang des Processes anlangt, so geht er von Anfang der Differenzirung des Kernes bis zum Ende der Theilung desselben ohne Unterbrechung vor sich. Hat sich der Kern getheilt, so tritt eine Pause ein; wenigstens bleiben die neuen Kerne einige Zeit nebeneinander liegen. In dieser Zeit treten sie immer sehr deutlich hervor; die sie bildenden Fäden sind sehr scharf contourirt und in diesem Stadium begegnet man den Zellen am öftersten (Fig. 26, 28, 29). Bei der Theilung des Zellkörpers verzögert sich etwas der Process in dem Momente,

wo die beiden Theile der Zelle nur durch die schmale Brücke verbunden sind (Fig. 42, 43). Es ist übrigens nicht zu vergessen, dass der Theilungsprocess während der Beobachtung unter nicht ganz normalen Bedingungen vor sich geht; der Druck des Deckgläschens, die Curarewirkung, die Verlangsamung der Blutbewegung etc. üben ohne Zweifel einen gewissen Einfluss auf den Gang desselben aus.

Auf die beschriebene Weise theilen sich die Zellen in einer grossen Anzahl von Fällen; studirt man aber den Vorgang sehr anhaltend, so bemerkt man nicht selten Abweichungen von dem angeführten Gange. Einige derartige Fälle habe ich schon oben erwähnt. Hier will ich noch folgendes anführen: die Zelle wird sehr früh, zuweilen noch während der Formveränderung des differenzirten Kernes, in ihrer ganzen Ausdehnung ungemein scharf contourirt, die Theilung des Kernes und des Zellkörpers geht aber ganz regelmässig vor sich. Zuweilen beobachtet man, dass, nachdem sich der Kern getheilt hat, der Zellkörper ungetheilt bleibt; in diesen Fällen entsteht eine Zelle mit zwei Kernen [1]). Zuweilen geht der Process ungemein langsam vor sich; der Zellkörper bleibt blass, seine Contouren kaum sichtbar und nur an der Stelle der Furche sind sie etwas schärfer — alles weist auf die schwachen Zusammenziehungen des Protoplasmas hin. In anderen Fällen verläuft der Process wie vorhin beschrieben, ungemein rasch. Zuweilen erscheint die Ringfurche ehe sich der Kern getheilt hat; in diesem Falle theilen sich der Kern und der Zellkörper gleichzeitig. Von welchen Einflüssen diese Abweichungen von dem normalen Gange des Processes abhängen, mögen spätere Beobachtungen eruiren.

Was nun die Zahl der bei einem und demselben Thiere gleichzeitig sich theilenden Zellen betrifft, so begegnet man ihnen an den lebendigen Objecten nicht an jeder beliebigen Stelle; sie müssen gesucht werden. Es gelingt, besonders bei sehr jungen Thieren, selten, mehr als eine sich theilende Zelle in einem Gesichtsfelde zu finden; bei älteren Individuen findet man zuweilen 2, 3 und mehr, die alle in verschiedenen Stadien der Theilung begriffen sind.

Die Alcoholpräparate zeigen übrigens, dass bei lebendigen

1) Eine weitere Theilung des Kernes und des Zellkörpers in mehr als zwei Theile habe ich nie beobachtet.

Thieren nicht alle sich theilende Zellen sichtbar sind; unsichtbar sind nämlich einige von denen, welche in der unteren Epithel-Schichte liegen; an Alcoholpräparaten findet man zuweilen 4, 5 und mehr sich theilende Zellen.

Es mag noch bemerkt werden, dass bei sehr lange hungernden Thieren die Zahl der sich theilenden Zellen immer geringer wird, als bei frisch gefangenen, oder bei denen, die gefüttert waren. Ausserdem sind bei den hungernden die Zellen mehr blass, der Theilungsprocess geht langsamer, als bei gut genährten vor sich.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass das erste Stadium der Zelltheilung in der fadenförmigen Differenzirung des Zellkernes besteht. Es fragt sich nun, wie diese Differenzirung zu Stande kommt? In den pflanzlichen Zellen tritt sie, nach Strasburger, plötzlich, in thierischen dagegen, nach meinen Beobachtungen, nur allmählich auf: anfangs vergrössert sich der Kern sehr bedeutend; dann erscheinen in ihm erst in geringer Anzahl Körnchen und Körner, oder besser kleinere und grössere Klümpchen; ihre Zahl nimmt nach und nach zu; die Körner verlängern sich und bilden feinere und dickere kurze Fäden, welche anfangs, mit den Körnern vermischt, ohne alle Ordnung im Kerne zerstreut sind; indem ferner die Menge der Körner abnimmt, werden die Fäden länger, die Contouren des Kernes verschwinden, die Fäden gruppiren sich, zuweilen um ein Centrum, in mehr oder weniger regelmässige Gebilde, welche die fadenförmig differenzirten Kerne der Autoren ausmachen. Dass der Vorgang auf diese Weise vor sich geht, davon kann man einerseits an den todten Objecten sich überzeugen: man sieht nämlich alle Uebergangsformen von den unveränderten sub a (s. oben) beschriebenen Kernen bis zu den neugebildeten; andererseits kann man den ganzen Process an lebendigen Objecten verfolgen, wenn es auch nur sehr selten gelingt, den ersten Anfang des Processes zu beobachten. Ich habe oben erwähnt, dass bei normalen Thieren die gewöhnlichen Zellen wegen ihrer Durchsichtigkeit fast unsichtbar sind, bei curarisirten dagegen treten sie ziemlich scharf hervor und noch schärfer bei Anwendung der 1 pCt. Kochsalzlösung. Beob-

achtet man einige Zeit an einem curarisirten Thiere eine gewöhnliche Zelle mit dem grossen viel Körner enthaltenden Kerne, so sieht man in glücklichen Fällen allmähliche Bildung der Fäden durch die Verlängerung und wahrscheinlich durch das Verschmelzen der Körner; im Anfange der Bildung sind die Fäden kurz, mit den Körnern vermischt (Fig. 54 u. 55), bald aber nimmt die Zahl der Fäden zu, die der Körner dagegen ab; die Fäden werden länger und feiner und gruppiren sich auf die Weise, dass sie etwelche mehr oder weniger regelmässige Gebilde ausmachen.

Vorhin wurde einige Male erwähnt, dass die Fäden sich um ein Centrum gruppiren. Dieses Centrum stellt sich meistens unter dem Bilde eines kleinen durchsichtigen Raumes zwischen den centralen Enden der Fäden dar; in anderen Fällen sind in diesem Raume kleine dunkle Körnchen zerstreut (Fig. 18, 19, 21).

Ich habe hiermit die factische Seite der Frage dargestellt. Das Wesentliche des Processes besteht, wie es von den Autoren angenommen wird, darin, dass die Substanz des Kernes sich in hellen Saft und in glänzende Körner und Fäden scheidet. Diese letzteren bilden den im Inneren des mütterlichen liegenden neuen Kern, der sich in zwei Tochterkerne theilt (Eberth)[1].

Wir haben gesehen, dass die Fäden sich oft um ein Centrum gruppiren; sie können, wie gesagt, sich verlängern und verkürzen, verdicken und verdünnen, beugen und ausstrecken; zuweilen sind sie von Anfang an ungemein fein (Fig. 19); sie können ferner verschwinden, und von neuem erscheinen. Alle diese Bewegungen scheinen dafür zu sprechen, dass diese Fäden den amöboiden Fortsätzen der Zellen ähnlich sind (d. h. amöboide Fortsätze des Kernes sind); wir würden also bei dem Theilungsvorgange des Kernes mit sehr complicirten und anhaltenden amöboiden (?) Bewegungen desselben zu thun haben; diese Bewegungen gehen der Theilung der Zelle voran und äussern sich in den verschiedenen Formveränderungen, in dem angeführten Spiele der Fäden, resp. der Fortsätze und endlich in örtlichen und locomotorischen Bewegungen des Kernes.

Die Theilung des Zellkörpers steht, aller Wahrscheinlichkeit nach, unter dem Einflusse des Kernes: „der Kern ist ein automatisches Centrum in der Zelle, das die Zellvermehrung anregt und

1) l. c.

beherrscht" (O. Hertwig). Wohl möglich, das unter dem Einflusse dieses Centrums auch die übrigen Functionen der Zelle stehen.

Ich beobachtete einmal Folgendes: Im Inneren einer polygonalen, länglichen, mit halbdurchsichtigem Protoplasma versehenen und sehr scharf contourirter Zelle befand sich der differenzirte Kern in Form eines regelrechten schönen Sterns, der aber bald eine ganz unregelmässige polygonale Form annahm; die Zelle selbst, die, wie gesagt, länglich war, ging plötzlich in eine runde und bald darauf in eine ganz regelrechte 6-eckige über. Nach diesen Umwandlungen erschien sie blass, wie die benachbarten Zellen und der Kern war ganz unsichtbar geworden. In diesem Falle führten vielleicht die Veränderungen des Kernes die raschen Formveränderungen des Zellkörpers mit sich.

Bei der Theilung des Zellkörpers spielen ohne Zweifel die Contractionen des Protoplasma's eine wichtige Rolle. Das beweisen die scharfen Contouren der sich theilenden Zellen, besonders an der Stelle der Ringfurche, die Verkleinerung der Zelle im Umfange mit Bildung der Spalträume zwischen der sich theilenden und den benachbarten Zellen und endlich zuweilen ziemlich scharf ausgeprägte Falten, welche an der Oberfläche der Zelle auftreten.

Die Theilung der anderen Zellenarten mit Berücksichtigung der betreffenden Litteratur werde ich demnächst beschreiben. Für diesmal will ich noch einige Worte über das von mir befolgte Untersuchungsverfahren hinzufügen.

Ich arbeitete erst an normalen Thieren, ohne Curare; hier treten die fadenförmig differenzirten Kerne ziemlich deutlich hervor, so dass auch ohne Curare alle Erscheinungen des Theilungsvorganges der Zellen beobachtet werden können. Dennoch raubt diese Arbeit sehr viel Zeit. Später ergab sich, dass die Larven vortrefflich Curare vertragen können. Ich curarisire auf folgende Weise: 1 Thl. Curare wird in 100 Thl. Wasser gelöst; zu dieser Lösung werden 100 Thl. Glycerin zugesetzt. Von dieser Mischung nehme ich, je nach dem Alter des Thieres, 5—10 Tropfen auf ein Uhrgläschen Wasser; für jüngere Thiere genügen 5, für ältere 10 und mehr Tropfen. Zwar geht bei dieser Methode des Curarisirens die Vergiftung sehr langsam vor sich (es sind $^1/_2$—1 St. nöthig), die Thiere sterben aber nie. Es ist nicht nothwendig sie in der erwähnten Lösung zu lassen bis sie ganz unbeweglich werden; wenn ihre Bewegungen schwach und langsam geworden sind, kann

man die Beobachtung anfangen; mit feinem Fliesspapier bedeckt, liegen die Thiere während mehrerer Stunden ganz unbeweglich. Lässt man das Thier nach Beendigung der Beobachtung in's Wasser, so kehrt es in 8—10 St. zum normalen Zustande zurück und kann von neuem curarisirt werden. Es gelang mir 2 bis 3 Mal und mehr, ein und dasselbe Thier zu curarisiren.

Diese Fähigkeit des Thieres die Vergiftung so lange zu vertragen und die ungemeine Durchsichtigkeit machen aus ihm ein unschätzbares Object für das Studium nicht nur der Theilung, sondern überhaupt des Lebens der Zellen.

Was die anderen Amphibienlarven anlangt, so kann man an Alcoholpräparaten mit nachfolgender Hämatoxylin- oder Fuchsintinction in den Schwanzflossen der Larven von verschiedenen Froscharten die verschiedenen Stadien der Zelltheilung mehr oder minder deutlich sehen; dasselbe gilt auch für den jungen Axolotl; die lebendigen Thiere taugen aber zur Untersuchung wegen der geringeren Durchsichtigkeit des Schwanzes nicht.

Ausser Curare können die Thiere auch mit einigen anderen Mitteln, so z. B. 3 pCt. Alcohol, Aether, wenngleich nur für kurze Zeit, unbeweglich gemacht werden. Bei der erwähnten Alcohollösung treten erst die Epithelzellen ziemlich scharf hervor; bald werden sie aber ganz blass, fast unsichtbar; die unterliegenden, d. h. die Bindegewebs- und Wanderzellen, treten dagegen noch schärfer als bei normalen Thieren hervor. Die Thiere vertragen meistens die genannte Alcohollösung sehr lange, der Theilungsvorgang der Zellen wird nicht gestört; dennoch ist es schwer in den Epithelzellen wegen ihrer Durchsichtigkeit ihn zu beobachten, wohl aber in den unterliegenden Zellen. Die 3 pCt. Alcohollösung kann benutzt werden, um die Netze in Netzzellen sichtbar zu machen. Die Wirkung der 3 pCt. Aetherlösung unterscheidet sich von der Alcoholeinwirkung dadurch, dass die Epithelzellen nie so blass werden. Die vergiftende Wirkung beider Reagentien ist überhaupt eine unbeständige.

Von vielen sogenannten indifferenten Mitteln, welche ich anwendete, erwähne ich die 1 pCt. Kochsalzlösung. Die meisten pigmentirten Bindegewebszellen ziehen bei Application dieser Lösung ihre Fortsätze ein und wandeln sich in kleine schwarze Klümpchen um; dadurch werden die Flosse und der Schwanz durchsichtiger. Die Epithelzellen werden scharf contourirt, das Protoplasma der-

selben weniger durchsichtig, die fadenförmig differenzirten Kerne treten sehr scharf, die nicht differenzirten, die bei normalen Thieren ganz unsichtbar sind, obgleich nicht so scharf, dennoch ganz deutlich hervor. Die Zellen verkleinern sich. Auf den Gang und die Dauer des Theilungsvorgangs hat diese Kochsalzlösung keinen Einfluss. Was die unterliegenden Zellen betrifft, so zeigen sie ähnliche Veränderungen, wie die Epithelzellen, nur in etwas minderem Grade. Aehnlich wie Kochsalz, nur etwas schwächer, wirken einige andere indifferente Mittel. — Jodserum, Zuckerlösung etc.; ausserdem kaltes (+ 1 pCt.) und warmes (35—40 pCt.) Wasser. In diesen Medien bleiben sie ziemlich lange — $2^1/_2$—3 Stunden — lebendig, nicht nur die Thiere, sondern auch abgetragene Glieder derselben. Die Theilung der Zellen in diesem letzteren Falle geht ganz ungestört vor sich. Will man nicht das Thier curarisiren, so kann man am abgetragenen Schwanze der jungen Larve den ganzen Theilungsvorgang von Anfang bis zum Ende verfolgen.

Ich habe oben erwähnt, dass einige Reagentien Veränderungen der Epithelzellen hervorbringen, die jenen Veränderungen ähnlich sind, welche die Kerne während der Theilung erleiden. Für diese Untersuchungen bediente ich mich der Nickhaut der Frösche. Die äussere Oberfläche dieser Haut ist von zwei Schichten grosser platter, polygonaler Zellen bedeckt, welche mir als Untersuchungsobject dienten. Legt man die eben ausgeschnittene Nickhaut in Jodserum unter das Mikroskop, so sieht man anfangs nur die Zellen der oberen Schichten; ihre Kerne bieten nichts besonderes dar: sie sind rund, oder oval, feinkörnig, mit einem oder mehreren Kernkörperchen; $1^1/_2$—2 Stunden später werden auch die Zellen der unteren Schichten sichtbar; in einigen derselben sind die Kerne denen der oberen Schichten ähnlich; in anderen dagegen sind sie ganz verändert (s. Fig. 58, 59, 60). Diese Veränderung geht, wenn man sie von Anfang an verfolgt, auf nachstehende Weise vor sich: die Contouren des Kernes werden deutlich, dunkel, dann erscheinen im Innern des Kernes kleine glänzende Körnchen; in dem Maasse, als die Zahl dieser Körnchen zunimmt, wird der Kern mehr und mehr blass; ferner fliessen die Körnchen nach und nach zusammen und bilden ziemlich dicke mehr oder weniger lange Fäden, welche in einigen Zellen in Unordnung liegen, in anderen dagegen ziemlich regelrechte Gebilde ausmachen. In noch anderen Zellen entstehen durch Zusammenfliessen der Körnchen 2

oder 3 grössere glänzende Körner. Der Kern wird, wie gesagt, indem die Zahl der glänzenden Körnchen zunimmt, mehr und mehr blass und zuletzt ganz durchsichtig, so dass die Körner und Fäden in einem ganz hellen Raume liegen. Sie treten an mit Carmin oder Haematoxylin tingirten Praeparaten sehr scharf hervor, der durchsichtig gewordene Kernsaft dagegen färbt sich gar nicht. Die genannten Veränderungen gehen die Kerne nicht in allen Zellen ein; in einigen bleiben sie ganz aus; in anderen erscheinen zwar einige glänzende Körnchen, die Veränderung geht aber nicht weiter. Das hängt wahrscheinlich, von dem verschiedenen Grade des Durchdringens der Flüssigkeit nach dem Zelleninneren ab. Das Gesagte kann man aus Folgendem schliessen: In der Nähe des abgeschnittenen Randes der Nickhaut, oder in der Nähe der Ritzen, welche man mit einer Nadel anbringt, ist die Zahl der Zellen mit den veränderten Kernen viel grösser. Diese Zellen liegen entweder einzeln, oder gruppenweise; ihr Körper ist wenig verändert, feinkörnig, blass; die Form regelmässig oder unregelmässig polygonal. Durch $^1/_5$—$^1/_6$ pCt. Chromsäurelösung treten die beschriebenen Veränderungen noch rascher auf. Bei stärker eingreifenden Reagentien kommen die genannten Veränderungen gar nicht zu Stande. Diese artificiellen Veränderungen können, wenn man nur mit todten Objecten zu thun hat, mit denen verwechselt werden, welche die Kerne zur Zeit der Theilung eingehen. Der Unterschied besteht darin, dass bei der Kerntheilung die Fäden nie so dick, so scharf contourirt und so glänzend werden, wie bei artificiellen Veränderungen; endlich sind die Gebilde bei den künstlichen Veränderungen nie so regelmässig wie bei den natürlichen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIX.

Die Zellen sind theils nach lebendigen (von curarisirten Thieren), theils nach todten (Alkohol- und Chlorgold-)Präparaten gezeichnet (Hrtn. Ocul. 3, Object. 7 oder 8).

Lebendige Zellen sind auf folgenden Figuren dargestellt: 19, 20, 24, 25, 27, 28, 29, 33, 34, 41, 42, 44—57, 61—64.

Fig. 33, 41 u. 42 stellen eine und dieselbe Zelle in verschiedenen Stadien der Theilung dar.

Fig. 51. Eine Netzzelle mit excentrischer Lage des Kernes.
Fig. 48. Dieselbe in zwei ungleiche Theile sich theilende Zelle.
Fig. 49. Eine Netzzelle mit unregelmässiger Lage des Kernes.
Fig. 50. Dieselbe unregelmässig sich theilende Zelle.
Fig. 54 u. 55. Eine und dieselbe (gewöhnliche) Zelle im Anfange der Differenzirung des Kernes.
Fig. 56 u. 57. Eine und dieselbe (Netz)-Zelle im Anfange der Differenzirung des Kernes.

Die Erklärung der anderen Abbildungen ist im Text gegeben.

Notiz über den Theilungsvorgang bei Knorpelzellen, sowie über den Bau des Hyalinknorpels.

Von

Dr. **W. S. Bigelow,**
(U.-S. A.)

(Hierzu Taf. XX.)

Im Laufe des Sommers 1878 untersuchte ich im anatomischen Institute zu Strassburg das hyaline Knorpelgewebe verschiedener Thierspecies: Triton cristatus und taeniatus, Bufo cinereus, Rana esculenta und temporaria in verschiedenen Altersstufen, Larven von 15 mm Länge bis hinauf zum erwachsenen Thiere, ferner eine Anzahl Fische: Cyprinus carpio, Barbus und Perca fluviatilis, Leuciscus, Anguilla, Salmo fario im Jugendzustande von etwa 3 cm Länge; weiterhin Knorpel von Tropidonotus natrix, Lacerta agilis und Passer domest., ferner fötale, neugeborne und erwachsene Kaninchen, sowie Meerschweinchen, Knorpel von Schweinefötus, Knorpel von menschlichen 5—8 monatlichen Fötus, sowie von 6—10 monatlichen (rachitischen) Kindern. Veranlassung zu dieser Untersuchung boten die Angaben Bütschli's[1]) bezüglich des

1) Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. 29. Bd. p. 206.

Theilungsprocesses der Knorpelzellen, welche unter anderm zu dem auffallenden Ergebnisse geführt hatten, dass — entgegen der früheren Annahme — der Process der Zelltheilung sich gleichzeitig am Zellenleibe und am Kerne vollziehe, man also Zellen ohne Theilungserscheinungen mit Kernen im Theilungszustande (biscuitförmige Kerne), oder zweikernige Zellen, deren Protoplasma Anzeichen eines beginnenden Theilungsprocesses darböte, nicht zu Gesicht bekäme. Das Vorhandensein zweikerniger Zellen im Knorpel überhaupt läugnet Bütschli zwar nicht, meint aber, dass solche Zellen nicht als in Theilung begriffen angesehen werden dürften. Er sagt darüber selbst, pag. 208: „Niemals sah ich jedoch an solchen zweikernigen Zellen irgend welche Anzeichen eines beginnenden Theilungsprocesses des Zellprotoplasmas, und, da ich durch gleich zu schildernde Wahrnehmungen genöthigt bin, einen mit der Theilung des Zellenleibes Hand in Hand gehenden Theilungsprocess des Kernes zu behaupten, so ziehe ich hieraus den Schluss, dass diese zweikernigen Zellen nicht in dem Sinne, wie dies früher geschehen, als Theilungszustände aufgefasst werden dürfen". Bei dem grossen Interesse, welches die Vorgänge der Kern- und Zelltheilung in der neueren Zeit wieder wachgerufen haben, schien es mir der Mühe nicht unwerth, an dem für diese Fragen schon seit geraumer Zeit so zu sagen klassisch gewordenen Objecte, am hyalinen Knorpel, die Sache selbst aufs Neue zu prüfen, namentlich um festzustellen, einmal, ob der von Alters her behauptete Modus der Theilung der Knorpelzellen: zuerst Theilung des Kernes, dann Theilung der Zelle, in der That nicht existire, dann, ob jene neuerdings hauptsächlich von Bütschli (für andere Zellen), O. u. R. Hertwig, Auerbach, van Beneden, Strasburger, Mayzel u. A. beschriebenen Phänomene der Kernfäden- und Kernplatten-Bildung auch hier vorhanden seien. Zur Zeit, als ich meine Untersuchungen begann, war bezüglich der Knorpelzellenkerne dergleichen, abgesehen von einer kurzen Notiz Mayzels, die mir indessen nur aus den Jahresberichten von Waldeyer (f. 1876, p. 27) und Hoffmann-Schwalbe (f. 1876, p. 36) bekannt geworden ist, noch nicht beschrieben worden. Bütschli selbst war in dieser Frage zu keinem bestimmten Resultate gekommen, ebenso wenig wie Strasburger. Vorzugsweise untersuchte ich den ganz frischen (überlebenden) Knorpel in humor aqueus und Peritoneal-

serum desselben Thieres, sowie durchsichtige knorpelführende Partien lebendiger Thiere (Froschlarven); es ist dieses für solche Fragen das einzige verlässliche Verfahren. Die von Bütschli — ausser der Untersuchung frischen Materiales — noch empfohlene Osmiumbehandlung mit nachheriger Tinction in Carmin lieferte mir keine so guten Bilder als die Färbung in Goldchlorid in Verbindung mit Citronensaft nach Ranviers Vorschlag; der Citronensaft wird für manche Objecte zweckmässig etwas verdünnt, oder dieselben bleiben kürzere Zeit darin. Gut erwies sich mir auch die Purpurintinction, doch trat dabei öfters eine Contraction des Zellprotoplasmas ein. Auch kann ich das Jodmethylviolet, leicht mit Essigsäure angesäuert, wohl empfehlen. Alle diese Tinctionsmittel müssen aber auf ganz frischen Knorpel applicirt werden.

Als Untersuchungsobjecte dienten vorzugsweise der Scleralknorpel der genannten Batrachier und Fische, sowie der Knorpel der Scapula und des Sternums von Batrachiern; bei den Batrachierlarven untersuchte ich auch die übrigen Skeletknorpel.

Sowohl für die Sklera von Rana als auch für die Scapula von Triton, welche beiden Specimina ich der folgenden Beschreibung als typisch zu Grunde legen möchte, lehrt ein senkrechter Durchschnitt, dass, wie bereits bekannt, aber, wie es mir scheint, für die in Rede stehende Frage nicht ausreichend berücksichtigt, die Knorpelzellen von der Mitte der Knorpellage an gegen die beiden Oberflächen ihre Form ändern und allmählich in die Zellformen des Perichondriums übergehen. In der mittleren Schicht haben die Zellen wie die Kerne im Allgemeinen eine rundliche Form und sind reich an Protoplasma, weiter gegen die Oberflächen hin erscheinen sie mehr und mehr abgeplattet, mit ihren breiten Flächen parallel zur Oberfläche gelagert; die Kerne werden im Verhältniss zum Zellprotoplasma immer grösser, so dass hier zahlreiche Zellen vorhanden sind, bei denen das Protoplasma kaum zu erkennen ist und die Kerne fast den ganzen Zellkörper einnehmen. Dicht unter dem Perichondrium wird die Form der Zellen eine ganz unregelmässige. Untersucht man vorzugsweise die Zellen aus der mittleren Schicht, so findet man sehr häufig Zellen mit zwei Kernen, wobei zu bemerken ist, dass diese Zellen öfters weit grösser sind, als die benachbarten einkernigen Elemente. Dies Factum möchte ich zunächst urgiren. Sodann trifft man aber auch Zellen mit einem ellipsoidisch ge-

formten verlängerten Kern, dann solche mit einem biscuitförmigen Nucleus (siehe Fig. 2 u. 3 Taf. XX), alle diese Formen ohne Spur einer Scheidewand, welche etwa eine Theilung des Zellenleibes andeutete. Weiterhin aber sieht man auch Zellen mit einer solchen ganz dünnen Scheidewand, welche nur da, wo sie an die Grundsubstanz stösst, etwas breiter erscheint, und endlich Zellen, welche, durch ein dickeres Septum getrennt, paarweise zusammenliegen. Alle diese Formen kann man mitunter auf einer kleinen Knorpelstrecke zusammen vorfinden. Ich meine, dass kaum eine andere Deutung übrig bleibt, als dieselben, wie es in den Figuren 1—6, Taf. XX wiedergegeben worden ist, als eine Formenfolge anzusehen, basirend auf einem Theilungsprocesse der Art, dass zuerst der Kern sich theilt und dann erst die Septumbildung eintritt, welche die Theilung der Zelle zum Abschlusse bringt. Besonders muss ich hier die noch unveränderten Zellenleiber mit verlängerten, gestreckten oder ellipsoiden Kernen, von denen ja Bütschli selbst 2 Exemplare abbildet, und die ungetheilten Zellen mit biscuitförmigen Kernen hervorheben, von welch' letzteren allerdings Bütschli mit Heidenhain und Strasburger behauptet, dass sie ihm niemals zu Gesicht gekommen seien.

Da ich nun andererseits nicht im Stande war, Formen gleichzeitiger Theilung, wie Bütschli sie beschreibt und abbildet, an meinen Präparaten zu constatiren, so muss ich den von ihm angenommenen Modus der Knorpelzellentheilung, als den allein, oder auch nur vorzugsweise vorkommenden in Zweifel ziehen, und für die ältere Auffassung des Theilungsablaufes eintreten.

Bezüglich einiger Einzelheiten sei noch erwähnt, dass das Einschneiden der Theilungsfurche weder beim Kerne noch beim Zellkörper im ganzen Umfange dieser Gebilde gleich schnell vorgeht; es resultiren daraus nieren- und hufeisenförmige Kern- und Zellenformen; diese letzteren findet man häufiger an den oberflächlich gelegenen Zellen und erinnern sie an manche der von Bütschli abgebildeten Gestalten. Nur sei hierbei ausdrücklich bemerkt, dass immer die Erscheinungen der Kerntheilung als unabhängig von der Zellkörpertheilung angetroffen wurden; niemals sah ich eine Septumbildung am Zellenleibe, bevor die Kerntheilung vollendet war.

Wie die Differenz zwischen Bütschli's und meiner Auffassung zu erklären sei, vermag ich natürlich nicht mit Bestimmtheit

anzugeben; doch mache ich darauf aufmerksam, dass ich in manchen Fällen Bilder, wie mein Vorgänger sie schildert, wobei ein Septum als halb durch den Zellenleib gehend gesehen wurde, erhielt, wenn zwei Zellen in gewisser Weise dicht übereinander lagen, ferner bei schief zur Ebene des Gesichtsfeldes gestellten Zellen, oder endlich bei solchen Zellen, deren Septum derartig schief gelegt, bezw. gedreht war, dass man letzteres nur für einen Theil seiner Ausdehnung scharf im optischen Durchschnitte zu sehen vermochte. Ferner möchte ich hier noch auf die vorhin beschriebenen oberflächlich gelegenen Zellen mit grossen Kernen hinweisen. Hier könnte wohl eine beginnende Theilung des Kernes für eine beginnende Theilung des Zellkörpers genommen werden, da die Kerne öfters das ganze Zellvolumen einnehmen, und die geringe Masse des Zellprotoplasmas leicht übersehen werden kann. Ich will damit keineswegs behaupten, dass Bütschli durch derartige Dinge sich habe zu seiner Auffassung bestimmen lassen, nur wollte ich für weitere Untersuchungen dieses Gegenstandes, die sicherlich noch erforderlich sind und auch nicht ausbleiben werden, meine gewonnenen Erfahrungen hier nicht unerwähnt lassen.

Noch auf einen Punct möchte ich mir gestatten hinzuweisen: Bütschli legt, wie es scheint, Gewicht auf die relative Stellung der Zellen zu Paaren, wie sie in Figur 9 wiedergegeben ist, wo die Zellen an einem Ende weiter aus einander stehen, als am anderen; ich meine, dass dieses Argument an Gewicht dadurch verliert, dass man ebenso häufig Zellenpaare in einer Position antrifft, wie sie in Figur 7 u. 8 gezeichnet sind.

Während ich noch mit dieser Untersuchung beschäftigt war, erschien die vorläufige Mittheilung von Schleicher[1]), worin nicht nur die Existenz von Kernfäden bei Knorpelzellen, sondern sogar, und es ist das etwas durchaus Neues, das Vorkommen von mikroskopisch sichtbaren Bewegungen an diesen Dingen während der Theilungsvorgänge behauptet wird.

Mit Rücksicht auf die in Aussicht gestellte ausführliche Publication Schleicher's möchte ich, um nicht vorzugreifen, jetzt nicht näher auf diese Seite der mir vorgelegten Frage eingehen, obgleich sie ohne Zweifel die wichtigere ist. Ich beschränke

1) Centralblatt für die med. Wissenschaften 1878, 8. Juni, Nr. 23.

mich daher bezüglich der Kerntheilung vorerst auf das Wenige hier mitgetheilte. Ich will jedoch bei dieser Gelegenheit noch die Existenz eigenthümlicher besonders grosser Zellen constatiren, welche ich in der knorpligen Sklera der Frösche und aller von mir verwendeten Fische, mit Ausnahme der Aale, angetroffen habe, und welche, soweit mir bekannt, wenigstens bei den Fröschen, noch nicht beschrieben worden sind. Bei den Fischen sind sie von Langhans, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. XV. p. 243 ff. geschildert worden, indessen lässt sich auch für diese Thiere noch einiges Neue beibringen. Diese Zellen, vgl. Fig. 10, 11, 12, finden sich nur in den mittleren Lagen des Skleralknorpels einzeln oder in kleinen Gruppen zusammen. Ausser ihrer beträchtlichen Grösse ist bei ihnen noch die ansehnliche Masse von Grundsubstanz bemerkenswerth, welche sie von den benachbarten Zellen trennt, mitunter concentrische Streifung zeigt und sich mit Goldchlorid färbt, während die übrige Grundsubstanz ungefärbt bleibt. Ausserdem findet man oft zwei, bei den Fischen häufig noch mehr Kerne darin; auch zeigen sie bei den letzteren meist sehr sonderbare Formen, vgl. die Abbildungen Fig. 11 u. 12. Es kommt zuweilen vor, dass die grösseren Zellen sich roth (bei Goldtinction) färben, während die übrigen einen mehr bläulichen Ton annehmen und umgekehrt. In einer Frosch-Sklera mögen etwa 10—20 dieser Zellen vorhanden sein, bei den Fischen erheblich mehr. Oefters bemerkt man eine radiäre Anordnung der zunächst diese grossen Zellen umgebenden gewöhnlichen Knorpelzellen, wie es z. B. in Fig. 12 wiedergegeben ist.

Bezüglich des Ursprunges und der Bedeutung dieser grossen Zellen der Sklera gedenke ich später weitere Mittheilungen zu geben[1]).

---

1) Die im vorliegenden Bande dieses Archives publicirten Arbeiten über Zelltheilung von Schleicher, Flemming und Peremeschko sind in der Reihenfolge abgedruckt worden, in welcher sie bei der Redaction einliefen. Das Manuscript des Herrn Dr. Bigelow war bereits druckfertig abgeschlossen, als die genannten Arbeiten eingeliefert wurden; da dasselbe sich aber nur auf die Bütschli'sche Untersuchung bezieht und auf die von Schleicher, Flemming und Peremeschko behandelten Vorgänge aus dem im Text erwähnten Grunde nicht eingeht, so ist es erst an dieser Stelle abgedruckt worden. Uebrigens verfehlt der Unterzeichnete nicht, darauf aufmerksam zu machen, dass auch bei Schleicher und Flemming, welche

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XX.

Fig. 1—6. Knorpelzellen aus der Frosch-Sklera, 1) mit rundem Kern, 2) mit verlängertem Kern, 3) mit biscuitförmigem Kern, 4) mit 2 Kernen, 5) mit 2 Kernen und medianem zartem Septum, 6) mit starkem Septum.

Fig. 7, 8, 9. Schematische Zeichnungen zur Erläuterung der Stellungen, welche die Knorpelzellen nach der Theilung zu einander einnehmen.

Fig. 10, 11, 12. Eigenthümliche grosse Knorpelzellen aus der Sklera von Rana temporaria (10) und Barbus (11, 12). Das Nähere im Text.

Einige Notizen zur Tinctionstechnik, besonders zur Kernfärbung.

Von

Dr. **H. Grenacher,**

Professor der Zoologie in Rostock.

Seit der Einführung der Tinctionstechnik haben bekanntlich eine Reihe von Farbstoffen dem ursprünglich allein angewandten Carmin (in Gestalt der ammoniakalischen Lösung) Concurrenz gemacht, ohne jedoch eine Verdrängung dieser Methode herbeiführen zu können. Die genannte Lösung hat neben vielen Vorzügen, von denen hauptsächlich Dauerhaftigkeit und schöne, helle Färbung hervorzuheben sind, auch ihre Schattenseiten, die den

den Theilungsprocess bei Knorpelzellen behandeln, es sich, der Regel nach, um eine vorherige Theilung des Kerns mit nachfolgender Zellkörpertheilung handelt, und dass also, was diesen Punct anlangt, sich die Erfahrungen Bigelow's damit in Uebereinstimmung befinden.

Waldeyer.

concurrirenden Substanzen weniger zukommen. Als eine der störendsten erweist sich nur zu häufig die in der Ungleichartigkeit der im Handel vorkommenden Carminsorten begründete Verschiedenheit des Färbungsvermögens: es gibt Sorten, sonst ausgezeichnet in der Farbe, mit denen eine gute, zur differenzirten Färbung sich eignende Lösung herzustellen ein Ding der Unmöglichkeit ist. Ein anderer Uebelstand ist die Länge der Zeit, die bis zur genügenden Einwirkung verstreichen muss, und die um so grösser ist, je mehr die Färbung eine differenzirte, nicht diffuse sein soll. — Ob man die von Beale empfohlene Lösung als eine Verbesserung bezeichnen kann, ist fraglich; weit mehr gilt dies von dem durch Ranvier vorgeschlagenen Pikrocarmin, der aber immerhin sehr umständlich herzustellen ist, ferner ebenfalls noch eine ziemlich lange Zeit beansprucht, und oft genug in dem hässlichen Pikringelb eine für das Auge wenig angenehme Zugabe behält.

Diese Uebelstände gelten nicht für das so vielfach angewandte Haematoxylin, sowie für eine Reihe neuerdings empfohlener Theerfarben (Methylviolett, Dahliablau etc.); dafür aber haben diese sämmtlich wieder einen etwas dubiösen Character hinsichtlich ihrer Haltbarkeit. Indessen ist ihre Wirkung oft eine überraschend schöne, und namentlich liefern die Anilinfarben häufig noch ausgezeichnete Resultate, wo kein anderes Kernfärbemittel mehr anschlägt.

Die nachstehenden Erfahrungen, auf die ich theils durch Zufall, theils aber auch durch in Folge davon systematisch angestellte Versuche kam, beziehen sich bloss auf Methoden der Kernfärbung, und zwar auf solche, die durch die Kürze der zu ihrer Wirkung erforderlichen Zeit ebensowohl, als durch das Specifische ihre Wirkung sich besonders empfehlen. Ausser für wissenschaftliche Untersuchungen dürften sie sich deshalb besonders auch für rasch herzustellende Vorlesungspräparate, sowie für die Benutzung in mikroskopischen Cursen sehr empfehlen, besonders die erste. Auch sind mir vielleicht solche Collegen, deren Geduld nicht immer ausreicht, 24—48 Stunden auf das Gelingen einer Tinction zu warten, für diese Notizen dankbar, und deshalb habe ich mich entschlossen, sie auch weiteren Kreisen zur Prüfung vorzulegen.

Dass die hier zu besprechenden Solutionen auch ihre Schattenseiten haben, soll gleich von vornherein bemerkt werden. Vor

Allem ist keine derselben anzuwenden, wo verkalkte Theile erhalten werden sollen; ferner stellen sich ihrer Verwendung bei Chromsäurepräparaten, wenn sie nicht sehr sorgfältig von der Säure befreit sind, schwer oder gar nicht zu überwindende Schwierigkeiten in den Weg. Am besten eignen sie sich für Präparate in Alkohol, und solche, die nur kurze Zeit mit Müller'scher Flüssigkeit und später mit Alkohol behandelt sind. — Dass die Färbungen schön sind ist zwar Nebensache, sicher aber kein Nachtheil.

I.

Kocht man eine 1—5 %ige wässrige Lösung (oder auch von jeder beliebigen anderen Concentration)[1] von gewöhnlichem oder Ammoniakalaun mit ½—1 % gepulvertem Carmin ca. 10—20 Minuten anhaltend, und filtrirt nach dem Erkalten, so hat man damit ein, wie man sieht, überaus einfach herzustellendes Kernfärbemittel, das hinsichtlich einer Reihe von Eigenschaften zu den besten gehört; die bisher empfohlen worden sind. Die Solution ist prachtvoll tiefroth, mit einem Stich in's Purpurne, der namentlich in dünnern Schichten sehr merklich hervortritt. — Ebenso einfach wie die Herstellung ist die Anwendung: legt man einen vorher ausgewässerten Schnitt in die Lösung, so ist derselbe, wenn letztere concentrirt in Anwendung kömmt, in 5—10 Minuten genügend gefärbt, verdünntere Solutionen erfordern natürlich längere Zeit, doch ist selbst dann die Einwirkung noch relativ schneller, als bei der ammoniakalischen und der Pikrocarminlösung. — Die Färbung ist, wenn der Schnitt ein paar Minuten in Wasser ausgewaschen worden ist, eine schön purpurne oder lilafarbige; sie beschränkt sich mehr als bei jedem andern Färbmittel auf die Kerne, und nur sehr selten bleiben Spuren von diffuser Färbung zurück. Am ehesten kommt dies bei den Muskeln, besonders den quergestreiften, vor; ist sie irgendwie störend, so lässt sie sich mit Leichtigkeit auf die gleiche Weise beseitigen, wie sie für die folgende Solution angegeben wird. Sonst ist es gleichgültig, ob man einen Schnitt tagelang in der Lösung liegen lässt, oder nur die gerade zur genügenden Färbung ausreichende Zeit; es tritt auch im erstern Falle keine Ueberfär-

1) Am praktischsten ist es, mit sehr concentrirten Alaunlösungen zu kochen, und erst später auf den gewünschten Procentgehalt zu verdünnen.

bung ein. — Ist die Lösung (in einem Uhrschälchen z. B.) eingetrocknet, so weicht man den Rückstand einfach wieder mit Wasser auf; er löst sich ohne Niederschlag, und leistet wieder dasselbe wie vorher. — Gut thut man, der Solution zur Vorbeugung der Schimmelbildung irgend ein Antisepticum, z. B. eine Spur Carbolsäure oder dgl., zuzusetzen, dann hält sie sich Jahre lang unverändert. So habe ich Flaschen derselben seit Januar 1877, also nunmehr fast 2 Jahre, im Gebrauch, die noch völlig ebenso gut sind, wie gleich nach der Bereitung.

Dieser Alauncarmin hat auch in den hiesigen medicinischen Instituten, dem anatomischen und pathologisch-anatomischen, seit längerer Zeit schon eine ausgedehnte Anwendung gefunden, was auch vielleicht anderwärts zu Versuchen mit demselben anspornen möchte. Hinzufügen darf ich noch, dass alle von mir darauf geprüften Carminsorten brauchbare Lösungen geben, die sich nur in der Färbung ein wenig von einander unterscheiden, die bald mehr purpurroth, bald mehr violett oder bläulich ausfällt.

II.

Eine andere Methode kann als eine Modification der von Schweigger-Seidel empfohlenen betrachtet werden, dessen saure Carminlösung bekannt ist.

Eine wässerige Boraxlösung löst bekanntlich, namentlich in der Wärme, Carmin ziemlich reichlich, doch ist die Lösung, die sich aus dem Präparate meist wieder völlig auswäscht, für unsere Tinctionszwecke so nicht zu gebrauchen. Setzt man aber zu einer so erhaltenen (durch Kochen von 1—2 % Borax in Wasser mit ca. $^1/_2$—$^3/_4$ % Carmin) prachtvoll dunkelpurpurn gefärbten Solution vorsichtig und unter stetem Umschütteln tropfenweise verdünnte Essigsäure, so verändert sich bald die Färbung immer mehr in's Hochrothe. Hat sie ungefähr die Färbung der gewöhnlichen ammoniakalischen Lösung angenommen (sie darf auch wohl noch etwas weniger purpurn sein, als diese), so höre man mit dem Zusatze von Essigsäure auf, und überlasse die Lösung wenigstens 24 Stunden sich selbst, damit die häufig erst nach einiger Zeit sich bildenden, je nach der benutzten Carminsorte mehr oder weniger reichlichen Niederschläge sich ausscheiden und absetzen können. (Hat sich, was bei gewissen Sorten vorkommt, der Carmin nicht klar in der Boraxsolution gelöst, so ist es rathsam, vor dem

Zusatz der Essigsäure zu filtriren, um die Farbeveränderung während des Zusetzens, auf die es wesentlich ankommt, besser controliren zu können.) Die so erhaltene Flüssigkeit filtrirt äusserst langsam, weil der gelöste Farbstoff sich so copiös in den Poren des Filtrums niederschlägt, dass er den Durchgang der Solution ungemein verzögert. Deshalb ist es vielleicht mehr zu empfehlen, die Niederschläge sich ruhig absetzen zu lassen, und dann vorsichtig zu decantiren.

Diese Lösung färbt Schnitte, die in sie gebracht werden, ungemein schnell, in ca. $^1/_2$—3 Minuten, aber völlig diffus. Man kann eigentlich kaum von diffuser Färbung reden, denn der Farbstoff schlägt sich nur auf der Oberfläche des Präparates nieder, ohne tief einzudringen. Um nun Kernfärbung zu erhalten, bringe man den so gefärbten Schnitt, nach flüchtigem Abspülen in Wasser, in ein Uhrschälchen mit 50—70%igem Alkohol, dem man 1 Tropfen Salzsäure zugesetzt hat. In ganz kurzer Zeit bildet sich um das Präparat ein Hof, hervorgebracht von dem nun wieder in Lösung übergeführten Farbstoff, dessen sich nunmehr die Kerne bemächtigen, und nach einigen Minuten, je nach der Natur des Präparates, ist aller Farbstoff theils in der Umgebung des Präparates gelöst, theils von den Kernen aufgenommen.

Auch dieses Verfahren erlaubt eine ungemein schnelle Tinction, und bietet daneben noch andere Vortheile. Mit keinem andern Mittel fast (ausser etwa mit Haematoxylin, mit dem man in analoger Weise zunächst überfärbt, dann genau in gleicher Weise verfährt, wobei man aber hinterher noch mit ganz schwach ammoniakalischem Wasser einige Minuten ausspülen muss — einem Verfahren das wohl schon weiter bekannt ist —)[1]) gelingt es, in so kurzer Zeit so ausgezeichnete Kernfärbung zu erhalten. Dabei hat man es völlig in der Hand, ausser der Kerntinction noch eine mehr oder weniger starke diffuse Färbung zu bewahren, wenn man das Präparat während der Auslaugung unter ganz schwacher Vergrösserung controlirt, und im gewünschten Stadium herausnimmt. — Handelt es sich um sehr empfindliche Präparate, so muss natürlich der Salzsäurezusatz dem entsprechend geringer genommen werden, und die Entfärbung dauert um so länger. Sonst aber braucht man in der Mehrzahl der Fälle damit gar

1) Mir wurde es von Herrn Collegen A. Thierfelder mitgetheilt.

nicht so ängstlich zu sein: Alkoholpräparate sowohl, wie solche aus Müller'scher Flüssigkeit sind im Allgemeinen dagegen lange nicht so empfindlich, wie man zuweilen glaubt, und ich habe oft genug absichtlich solche Schnitte statt der durchschnittlich erforderlichen 6—10 Minuten, mehrere Stunden, selbst Tagelang, in dem angesäuerten Alkohol gelassen, und war erstaunt, keine, oder nur ganz geringe Veränderungen daran zu finden, die hinter den durch Essigsäure verursachten oft weit zurückblieben. — Die Färbung ist eine sehr schöne, hoch carminrothe, die besonders beim Harzeinschluss elegante Präparate giebt.

Wie aus Vorstehendem zu ersehen, eignet sich diese Methode nicht, ganze Stücke oder Organe vor dem Schneiden durchzufärben. Um das zu erreichen, wende man eine recht concentrirte Lösung von Carmin in Boraxlösung (2—3% Carmin auf 4% Borax) an, die man mit etwa dem gleichen Volumen 70%igen Alkohols verdünnt, und nach längerem Stehen filtrirt, also nach Art der lilafarbigen Carminlösung von Thiersch herstellt. Essigsäurezusatz muss vermieden werden. Die zu färbenden Stücke werden so lange darin gelassen, bis sie ganz durchzogen sind von der gefärbten Solution, dann, ohne vorheriges Abspülen in Alkohol gebracht, den man mit Salzsäure schwach angesäuert hat (4—6 Tropfen auf je 100 ccm). Darin müssen sie längere Zeit, je nach ihrer Grösse, verweilen, bis überall gleichmässig nur Kernfärbung vorhanden ist. Nachdem die Stücke in säurefreiem Alkohol gehärtet und ausgewaschen sind, sind sie verarbeitungsfähig. — Es braucht wohl nicht besonders hervorzuheben zu werden, dass diese Färbungsmethode die vorige auch für Schnitte ersetzen kann; jedoch ist die damit zu erreichende Intensität des Colorites eine limitirte.

III.

Bei dem Bemühen, die bei der vorigen Solution erforderlichen zwei Manipulationen in eine einzige zusammenzuziehen kam ich auf eine ebenfalls recht einfach herzustellende alkoholische Carminlösung, die sowohl hinsichtlich der Kürze der bei der Verwendung erforderlichen Zeit, als auch der Distinktheit der Färbung hinter den vorigen nicht zurückbleibt. Sie wird ebenfalls vermittelst Salzsäure zubereitet, und zwar in folgender Weise.

Stärkerer Alkohol (60—80%) wird mit Salzsäure angesäuert

(auf 50 ccm ca. 3—4 Tropfen) und darin gepulverter Carmin (auf obige Quantität eine Messerspitze voll) etwa 10 Minuten lang gekocht. Man erhält eine schön rothe Lösung, die nach dem Erkalten filtrirt wird. Ob sie gleich und ohne Weiteres brauchbar ist, hängt von den relativen Mengen des Carmins und der Salzsäure ab, die ganz genau anzugeben wegen der Verschiedenheiten der Handelssorten des ersteren nicht möglich ist. Färbt sich ein in die Lösung gebrachter Schnitt in 5—10 Minuten diffus, findet namentlich eine auffällige Mehrablagerung des Farbstoffes an den Rändern, an den Unebenheiten etc. des Präparates statt, so ist dies ein Zeichen, dass nicht genügend Salzsäure in Anwendung gekommen ist, und man muss dann vorsichtig und nur tropfenweise davon nachtragen. Durch öfteres Probiren nach dem jeweiligen Zusatze findet man bald den richtigen Grad der Ansäuerung heraus. — Tritt gleich oder nach einigen Tagen eine prononcirte gelbröthliche Farbe der Lösung ein, so ist dies ein Zeichen, dass zuviel Salzsäure darin enthalten ist, und man hat dieselbe dann mit Ammoniak, ebenfalls recht vorsichtig, theilweise zu neutralisiren, wobei die Färbung sich wieder mehr purpurn nüancirt. Mit einiger Uebung kann man so in kurzer Zeit die richtigen Verhältnisse sich ausprobiren, und sich nach Belieben Lösungen herstellen, die entweder reine Kernfärbung, oder auch neben dieser noch eine leichte diffuse Abtönung geben. Indessen hat man zu beachten, dass eine und dieselbe Solution an einem Präparat z. B. nur Kernfärbung ergeben kann, an andern aber mehr oder weniger diffuse Färbung: solche Präparate werden dann, wie oben unter II angegeben, mit angesäuertem Alkohol (es braucht nur sehr wenig Säure zugesetzt zu werden) behandelt, um in kürzester Zeit blos Kernfärbung zu zeigen.

Es giebt noch mehrere Methoden, solche alkoholische Carminlösungen herzustellen; die angeführte ist aber von den mir bekannten die einfachste.

Bei dieser Solution hat man besonders zu beachten, dass das gefärbte Präparat in Alkohol, nicht in Wasser ausgespült werden muss. Ferner, dass sie nicht mit Wasser verdünnt werden darf, weil sonst gleich der Carmin ausfällt. Auch bei der Verdünnung durch Alkohol erhält man oft andere Resultate, als die mit der concentrirten Solution erhaltenen waren.

Die Vortheile dieser Solution beruhen in der Verwendung

des Alkokols. Schnitte von in starkem Alkohol gehärteten Geweben, Organen oder Thieren quellen oft, wenn sie erst durch ein Wasserbad wandern müssen, ungleichmässig auf, werfen und krümmen sich dabei, oder gehen auch ganz aus dem Gefüge; zarte Membranen verwickeln sich, dass sie nachher nicht mehr zu entwirren sind, und dgl. mehr. Eine solche Weingeist-Carminlösung lässt derartige Uebelstände (je nach der Stärke des verwandten Alkohols) entweder gar nicht, oder doch nur in viel geringerem Grade auftreten, und erspart so manche Enttäuschung. Dabei ist ihre Herstellung bei einiger Vorsicht sehr leicht.

IV.

Das von Ranvier empfohlene Purpurin habe ich ebenfalls schon seit längerer Zeit im Gebrauch, und finde es sehr werthvoll. Leider aber hat die von Ranvier angegebene Methode der Herstellung der Solution einen Uebelstand, der sehr störend ist, nämlich das über kurz oder lang erfolgende Ausfällen des Farbstoffes aus derselben, das bei der von mir probirten Sorte [1]) nicht erst nach einem Monate, sondern meist schon nach wenigen Tagen (besonders bei concentrirteren Lösungen) eintrat, und dadurch zum völligen Verderben der Lösung führt. Indessen habe ich eine Methode ausfindig gemacht, die diesem Uebelstande so wenig unterworfen ist, dass ich ihr auch hier eine Stelle einräumen möchte.

Ich löse nämlich 1—3% Alaun in entweder ganz reinem, oder doch nur mit sehr wenig Wasser verdünntem Glycerin, und koche damit das Purpurin (eine Messerspitze auf 50 ccm jener Lösung), ohne Alkoholzusatz. Die erhaltene, schön orangerothe, stark fluorescirende Lösung lasse ich 2—3 Tage ruhig stehen; dann wird sie filtrirt, und ist nun zum Gebrauche fertig. In dieser Weise hergestellte Lösungen haben sich bei mir seit ca. 6—7 Monaten fast völlig unverändert erhalten, und nur in den ersten Tagen tritt bei stärkerem Purpuringehalt ein ganz unbedeutender Niederschlag ein, der aber die Brauchbarkeit nicht im Geringsten beeinträchtigt.

---

1) die mir von der Droguen- und Farbwaarenhandlung von Herrn Fr. Draeger (Neuer Markt) hier besorgt wurde.

Auch das Purpurin hat bekanntlich eine nur äusserst geringe Neigung zur diffusen Färbung. Wendet man stärkere Lösungen an, so genügen im Allgemeinen 10—30 Minuten, um schöne Resultate zu erzielen, da auffallenderweise das Glycerin hier nicht, wie bei der Verbindung mit anderen Farbstoffen (Alaun-Carmin und Haematoxylin nach meinen Versuchen) in störendem Grade einen verzögernden Einfluss geltend macht. — Die Färbungen haben im Allgemeinen etwas Zarteres, weniger Feuriges, als die Carminmischungen; auch neigen sie weniger in's Purpurne, eher in's Gelbliche.

Zum Schluss erlaube ich mir noch zu bemerken, dass ich die Dauerhaftigkeit der nach vorstehenden Methoden gefärbten Präparate fast nur nach Balsampräparaten beurtheilen kann; diese aber haben sich ganz nach Wunsch gehalten. Jedenfalls dürfte sich für den Einschluss in Glycerin ein geringer Säurezusatz zu demselben empfehlen, da die Färbungen gegen Alkalien sehr empfindlich sind.

Rostock, 18. December 1878.

Ueber die Verwerthbarkeit der Corrosion in der mikroskopischen Anatomie.

Von

Dr. med. **Richard Altmann**

in Giessen.

Hierzu Tafel XXI, XXII, XXIII.

Die Corrosion ist eine in der makroskopischen Anatomie schon seit lange geübte Methode und hat gerade in unserer Zeit in Hyrtl ihren eifrigsten Vertreter gefunden. Dieser war es, welcher sie nicht allein dazu benutzte, um Schaustücke für Museen herzustellen, sondern ihr auch einen praktischen Werth verlieh,

indem er die Corrosionspräparate als anschauliche Unterrichtsgegenstände benutzte, — insbesondere aber auch die wissenschaftliche Bedeutung der Corrosion dadurch nachwies, dass er durch dieselbe eine Anzahl anatomischer Thatsachen feststellte. Die Vortheile, welche die Corrosion dem Anatomen bietet, sind nicht zu verkennen. Sie schafft ihm Präparate, welche er von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus beurtheilen kann, indem alles Störende weggeschafft wird; die Formen, welche untersucht werden sollen, treten rein zu Tage mit einer Klarheit, wie sie sonst nicht hergestellt werden kann. Dabei ist weder Messer noch Scheere nöthig, sondern die Natur selbst übernimmt die Präparation und führt die Arbeit aus, wenn wir ihre Gesetze nur zu combiniren verstehn. So kommt es, dass selbst da, wo die übrigen Präparationsmethoden uns ganz im Stiche lassen, die Corrosion uns die Einsicht in die bestehenden Verhältnisse ermöglicht.

Wenn nun auch diese Vortheile für die makroskopische Anatomie von Bedeutung gewesen sind und es in höherem Grade noch werden können, so scheint mir doch die mikroskopische Anatomie einer solchen Methode, wie der Corrosion, noch viel mehr zu bedürfen. Hier ist die Präparation, das Erforschen der bestehenden Verhältnisse bei weitem schwieriger, da mit der Kleinheit der Formen auch die Schwierigkeit der Analyse derselben zunimmt. In der Histologie ist eine Trennung der Elemente oft von äusserster Wichtigkeit, um Präparate zu gewinnen, welche jenen Grad von Klarheit in sich tragen, wie er für die Beurtheilung wünschenswerth ist. Und gerade in der Histologie, wo wir mit Instrumenten so wenig zur Analyse der Formen ihrer Kleinheit wegen beitragen können, gerade da muss uns die Hilfe der Natur willkommen sein, der es gleichgültig ist, ob sie es mit makroskopischen oder mikroskopischen Formen zu thun hat. In der Corrosion wird uns eine derartige Hilfe geboten. Wenn Hyrtl die Verwerthbarkeit der Corrosion für die Herstellung mikroskopischer Formen zu bezweifeln scheint[1]), so hoffe ich in dem Nachfolgenden einen genügenden Beweis dafür beizubringen, dass gerade die mikroskopische Anatomie aus der Corrosion einen wesentlichen Nutzen ziehen kann.

Es war hierbei nicht der Zweck meiner Untersuchungen, in

1) cfr. dessen Corrosionsanatomie p. 95.

irgend einem Punkte etwas anatomisch Abgeschlossenes zu geben; sondern die Mittel und Wege zu erforschen, durch welche die Corrosion zu verwerthen ist, die Corrosion als Methode für die Histologie nutzbar zu machen, das war es, was ich gewollt habe. Von diesem Gesichtspunkte aus bin ich bei keinem der behandelten Themata stehen geblieben und habe keines derselben zu erschöpfen versucht. Ich habe vielmehr die Thatsachen gesammelt, wie sie sich mir in den einzelnen Gebieten boten, und nachdem ich nun eine genügende Anzahl zusammen zu haben glaube, um meinen Zweck zu erreichen, schliesse ich diese Untersuchungen ab, indem ich es der Zukunft überlasse, einestheils die hier angeregten Punkte, soweit sie mich oder Andere interessiren, zu erweitern, oder aber neue Thatsachen aufzudecken.

Besonderen Werth habe ich auf die Abbildungen legen zu müssen geglaubt. Eine Methode, welche wie die Corrosion immerhin einige Erfahrung erfordert, ist der Gefahr leicht ausgesetzt, wohl von Manchem versucht, aber auch bald bei Seite gelegt zu werden, wenn die gehofften Resultate nicht sofort eintreffen, und zuerst nur negative Befunde sich ergeben. Hier kann eine Anzahl umfassender Abbildungen nur ermuthigend wirken und demjenigen, der die Methode üben will, zeigen, dass nicht immer die Mängel einer Methode, sondern zuweilen auch die ihrer Handhabung die Schuld an Misserfolgen tragen können[1]).

Der Begriff der Corrosion ist bekannt. Er lässt sich so definiren, dass man eine Substanz, die sich durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen eine zweite zerstörende Substanz auszeichnet, in

1) Die vorliegenden Untersuchungen wurden in den Jahren 1877—78 im pathologischen Institut zu Giessen ausgeführt. Im März 1878 machte ich darüber eine kurze Mittheilung im Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften (Ueber Corrosion in der Histologie). Meine daselbst ausgesprochene Absicht, die Abbildungen nach Photographieen zu bringen, habe ich inzwischen theilweise aufgegeben, da die Bilder ihrer Einfachheit wegen durch Zeichnungen sehr wohl wiederzugeben waren, andererseits durch die in manchen Objekten vorhandenen Niveauverschiedenheiten in der Photographie nicht mit der wünschenswerthen Schärfe heraustreten. Im September 1878 hatte ich Gelegenheit, auf der Naturforscherversammlung zu Cassel eine Anzahl meiner mikroskopischen Corrosionspräparate zu demonstriren. Neben andern Präparaten haben daselbst auch alle diejenigen vorgelegen, von welchen die hier beigegebenen Abbildungen entnommen sind.

das Gewebe hineinbringt, dann das Gewebe vermittelst dieser zweiten Substanz zerstört und aus den zurückbleibenden Formen der ersten widerstandsfähigen Substanz seine Schlüsse zieht. Als widerstandsfähige Substanz benutzte ich Olivenöl oder Ricinusöl, als zerstörende das Eau de Javelle. Dieses Letztere ist eine, etwas überschüssiges Chlor enthaltende, Lösung von unterchlorigsaurem Kali oder Natron, welche im gewöhnlichen Leben vielfach als Bleichflüssigkeit, Fleckenreinigungsmittel etc. benutzt wird. Es zerstört fast alle Arten der thierischen Gewebe innerhalb kurzer Zeit, indem es sie auflöst; das Fett jedoch, und besonders das durch Ueberosmiumsäure gehärtete und geschwärzte Fett widersteht der Wirkung des Eau de Javelle sehr lange und wird erst spät von demselben angegriffen.

Die Widerstandsfähigkeit des Fettes gegenüber dem die Gewebe zerstörenden Eau de Javelle kennen wir durch Perls[1]), welcher damit das in der Leber vorhandene Fett in seinen natürlichen Formen isolirte, nachdem er es zuvor durch Ueberosmiumsäure erhärtet hatte; vorher hatte A. Budge (Centralbl. f. d. med. Wissenschaft. 1873, N. 38) jene Flüssigkeit schon zur Zerstörung des Bindegewebes an den Pacini'schen Körperchen, quergestreiften Muskeln und sympathischen Ganglien benutzt.

Um Corrosionspräparate zu erhalten, muss also das Fett in die Gewebe hineingebracht werden. Ich schlug zu diesem Zwecke zwei wesentlich verschiedene Wege ein: entweder injicirte ich das reine Fett direct in die im Gewebe vorhandenen Bahnen, oder ich imprägnirte das Fett den Geweben vermittelst der Diffusion. In beiden Fällen, sowohl nach der Injection, wie auch nach der Imprägnation wurde dann das Fett durch Ueberosmiumsäure gehärtet und geschwärzt, und dann das Gewebe durch Aqua Javelli corrodirt. Wir besprechen zunächst die

Fettinjection.

Das Fett hat im Vergleich zu den anderen Injectionsmitteln sowohl Vortheile, wie Nachtheile. Der wesentlichste Vortheil desselben beruht darin, dass es mit fast allen Gewebsarten und Ge-

1) cfr. dessen allg. Pathologie p. 177.

websflüssigkeiten unmischbar, ihnen gegenüber indiffusibel ist. Wohin deshalb auch immer das Fett bei der Injection dringen mag, überall bewahrt es dem Gewebe gegenüber seine volle Selbstständigkeit und grenzt sich scharf und klar gegen dasselbe ab. Wenn, wie ich es fast ausschliesslich gethan habe, Olivenöl zur Injection benutzt wird, so sind künstliche Erwärmungsmittel überflüssig; das Oel ist bei gewöhnlicher Temperatur so flüssig, wie man es für die Injection nöthig hat. Da ferner, wie bei anderen Injectionsmitteln, eine künstliche Zubereitung nicht nöthig ist, so ist die Oelinjection im Vergleich zu anderen Injectionsarten eine der einfachsten und wegen der Unmischbarkeit des Oeles mit den Gewebsbestandtheilen auch eine der zuverlässigsten.

Ein Nachtheil derselben beruht darauf, dass bei der Oelinjection ein etwas stärkerer Druck nöthig ist, als bei Anwendung von Leimsolutionen und anderen wässerigen Injectionsmitteln. Der Grund dafür dürfte darin zu suchen sein, dass das Oel eine für die Gefässwände durchaus fremdartige Substanz ist, auf welche dieselben keine Capillarattraction ausüben; der Widerstand, welchen insbesondere das Capillargebiet der Oelinjection setzt, wird ein grösserer sein, als bei wässerigen Injectionsmassen.

Dieser Nachtheil der Oelinjection ist jedoch nur ein scheinbarer; indem nämlich die Wirkung der vis a tergo nach dem engeren Gefässgebiet hin schnell herabgemindert wird, wird diese Druckwirkung gerade in dem so empfindlichen Capillarbezirk eine viel gemässigtere und gleichmässigere; die Erfahrung lehrt wenigstens, dass bei der Oelinjection, selbst bei sehr starkem Druck, viel weniger Extravasate entstehen, als bei Anwendung wässeriger Lösungen, und dass dabei die Vollständigkeit und Feinheit der Injection nichts zu wünschen übrig lassen.

Will man ein mit Oel injicirtes Organ corrodiren, so muss dasselbe vorher mit Ueberosmiumsäure behandelt werden, um das injicirte Oel zu erhärten. Würde man dieses nicht thun, so würde das flüssige Oel, nachdem man das übrige Gewebe aufgelöst hat, auseinanderfliessen und seine Formen verlieren. Dass ausser der Erhärtung das Oel durch die Ueberosmiumsäure noch geschwärzt wird, ist eine willkommene Zugabe, die wesentlich dazu beiträgt, die Deutlichkeit der Präparate zu erhöhen.

Es ist bekannt, dass die Ueberosmiumsäure nur oberflächlich einwirkt. Sie hat diese oberflächliche Wirkung in viel höherem

Grade dann, wenn in dem zu behandelnden Gewebe viel Fett enthalten ist. Dünne Membranen kann man daher direct nach der Injection in die Ueberosmiumsäure hineinlegen; hat man es jedoch mit parenchymatösen Organen zu thun, so müssen dieselben vorher in dünne Scheiben zerlegt werden. Da hierbei jedoch die Gefahr vorhanden wäre, dass das injicirte flüssige Oel zum grossen Theil ausfliesst, so ist es nöthig, das betreffende Organ vor der Zerlegung gefrieren zu lassen. Ich thue dieses meist so, dass ich das Organ in gestossenes Eis einpacke, welchem salpetersaures Natron zugeschüttet wird. Auf diese Weise wird der nothwendige Effect sehr bald erreicht.

Nachdem das Organ gefroren ist, werden mit einem scharfen Messer dünne Scheiben abgeschnitten und in Ueberosmiumsäure von 1% gelegt. Dieselbe Lösung benutze ich auch, wenn es sich um Membranen handelt, die nicht zerlegt zu werden brauchen. In dieser Lösung bleiben die betreffenden Theile etwa 24 Stunden liegen und sind dann für die Corrosion mit Aqua Javelli fertig.

Was nun den Vorgang der Corrosion selbst betrifft, so ist es gut, dazu kleine Glasschälchen zu benutzen, die eventuell auch eine Untersuchung ihres Inhalts bei durchfallendem Licht und schwacher Vergrösserung gestatten. Es ist dieses deshalb vortheilhaft, weil es nach dem Einlegen der Gewebe in Aqua Javelli nöthig erscheint, dieselben im Auge zu behalten. Zunächst ist das Eau de Javelle, wie man es käuflich im Handel bekommt, nicht ganz gleichmässig in seiner Wirkung; sodann verhalten sich die verschiedenen Gewebsarten gegenüber dieser Wirkung sehr verschieden, und ist der Fettgehalt eines injicirten Gewebes und der Grad der Osmiumeinwirkung auf die Zeitdauer der Corrosion von grossem Einfluss. Zuweilen reichen einige Minuten hin, um die Corrosion zu vollenden, zuweilen sind Stunden erforderlich. Man thut daher gut, das in Eau de Javelle liegende Gewebe ab und zu mit einer Nadel auf seine Festigkeit zu prüfen und nachzusehen, ob sich die einzelnen Theile des Gewebes leicht von einander lösen oder nicht, jedenfalls den richtigen Zeitpunkt nicht zu lange vorbeigehen zu lassen, in welchem die Corrosion vollendet ist. Denn bei längerem Liegen werden auch die durch die Ueberosmiumsäure geschwärzten Fetttheile angegriffen, zunächst entfärbt und dann in krümelige Massen verwandelt, die von selbst auseinanderfallen. Die brauchbaren Theile von den nach der Corrosion

zurückbleibenden Fettmassen fischt man dann heraus, am besten wohl mit einem der jeweiligen Grösse entsprechenden Stücke dünnen Platinblechs, das in einer Schieberpincette befestigt ist, und überträgt sie, nachdem das auf dem Platinblech haftende Eau de Javelle auf Fliesspapier abgesaugt ist, auf einen Objectträger in Glycerin. Das Glycerin ist, wenn man rein und gut corrodirt hat, ein bequemes und gutes Einschlussmittel. Ist die Corrosion nicht ganz vollendet, oder die Einwirkung der Ueberosmiumsäure keine ganz exacte gewesen, dann tritt zuweilen eine leichte Bräunung des Glycerins ein, die jedoch wenig schadet. Das Uebertragen der durch die Corrosion isolirten Theile ist oft nicht ganz leicht, da dieselben, besonders wenn sie in grösserem Umfange zusammenhängend bleiben, von grosser Zartheit sind. Das Uebertragen muss deshalb in manchen Fällen mit vieler Vorsicht und Geduld gehandhabt werden. Und doch muss man sich oft wundern, mit welcher Zähigkeit diese mikroskopisch feinen Formen aneinander hängen. Die Ueberosmiumsäure verleiht dem Olivenöl eine Festigkeit und zugleich eine solche Elasticität, wie man sie für die Herstellung so feiner Formen sich nur wünschen kann. Wenn man daher vorsichtig verfährt und vor allem darauf achtet, dass die zu übertragenden Theile sich nicht falten, dann kann man selbst ausgedehnte Parthien feinster Formen im Zusammenhang auf den Objectträger übertragen, hier reinigen und einschliessen, und so gute Corrosionspräparate gewinnen. Das Reinigen der corrodirten Theile auf dem Objectträger geschieht wohl am besten so, dass man vorsichtig von oben her Glycerin tropfenweise zusetzt und dasselbe an den Seiten vermittelst Fliesspapier wegsaugt. Bei ganz zarten Präparaten ist dieses allerdings nicht anwendbar, da dieselben durch den Glycerinstrom auseinandergerissen würden.

In manchen Fällen ist es wünschenswerth, den Process der Corrosion zu verlangsamen, um die einzelnen Stadien desselben besser übersehen und ausnutzen zu können. Es geschieht dieses einfach dadurch, dass man dem Eau de Javelle Wasser zusetzt. Dieses Bedürfniss nach Verdünnung wird insbesondere dann eintreten, wenn es sich darum handelt, recht feine Fettformen zu isoliren, deren zarte Verbindungen leicht von dem unverdünnten Eau de Javelle zerfressen würden.

Zum ersten Versuch für die Wirkung der Oelinjection und der Corrosion dürfte sich die in Bezug auf die Injection so leicht

zu behandelnde Niere z. B. vom Kaninchen empfehlen. Hat man die Niere injicirt, bis der Oelstrom aus den Venen reichlich abgeflossen ist, so lässt man sie gefrieren, schneidet nach Bedürfniss dünne Scheiben von derselben und lässt diese 24 Stunden in einer einprocentigen Lösung von Ueberosmiumsäure liegen. Nach der Corrosion in Eau de Javelle findet man dann die verschiedenen Gefässbezirke der Niere isolirt vor (Tafel XXI Fig. 2). Will man im Präparate den Zusammenhang mehr wahren, so kann man nach der Einwirkung der Ueberosmiumsäure von den Scheiben sich dünne Schnitte anfertigen und dieselben auf dem Objectträger corrodiren lassen. Als interessantes Factum sei erwähnt, dass man an den vielen sich vereinzelt vorfindenden Gefässknäueln der Glomeruli zuweilen, wenn auch selten einzelne findet, an denen man nicht nur zwei Gefässchen (vas afferens und efferens) bemerkt, sondern drei, so dass also die Möglichkeit gegeben ist, dass zuweilen das vas afferens oder efferens doppelt vorhanden ist. Hat der Injectionsdruck, wie es zuweilen vorkommt, eine oder mehrere Schlingen eines Glomerulus zerrissen, dann finden wir nach der Corrosion statt des zierlichen Schlingencomplexes eine compacte schwarze Kugel vor, welche also einen Abdruck der Müller'schen Kapsel darstellt.

Wollen wir die Corrosion von Blutcapillaren nicht nur der Uebung wegen vornehmen, sondern um anatomische Verhältnisse zu erforschen, so werden wir uns vor allem danach zu fragen haben, wo die Corrosion uns den gewöhnlichen Injectionsverfahren gegenüber wirklichen Nutzen bringt. Bei den Injectionen mit Leim und anderen Mitteln sehen wir die injicirten Blutbahnen in ihrer Lage zu den übrigen Gewebselementen; indem wir hier uns gut durchsichtige Schnitte anfertigen können, gewinnen wir nicht nur einen Einblick in die Form- und Lagerungsverhältnisse der Blutgefässe, sondern auch in deren Beziehung zum übrigen Gewebe. Dieses bietet uns die Corrosion nicht; sie zeigt uns nur die injicirten Wege selbst, da alles Uebrige weggeschafft ist.

Wir werden uns deshalb der Corrosion da mit Vortheil bedienen, wo es nicht darauf ankommt, das Verhältniss der injicirten Wege zum übrigen Gewebe zu zeigen, oder wo durch das Gewebe ein Hinderniss für die Beobachtung gesetzt ist. Ein derartiges Hinderniss kann unter anderen darin bestehen, dass in dem Gewebe so viel Pigment angehäuft ist, dass dieses die Herstellung

eines durchsichtigen Präparates nicht gestattet und alles im Gewebe Enthaltene verdeckt. Ein solches Gewebe bildet in manchen Fällen die Chorioidea. Beim Frosch z. B. ist dieselbe so mit dunkelstem Pigment angefüllt, dass es schwierig sein dürfte, mit den gewöhnlichen Injectionen hier die Verhältnisse der Gefässe genau zu erkennen. Vermittelst der Corrosion ist es leicht, sich die Einsicht darin zu verschaffen. Man injicirt den Frosch von der Aorta aus mit Olivenöl, schneidet dann den ganzen Bulbus heraus und legt ihn in Ueberosmiumsäure. Nach einigen Stunden pflege ich dann den vorderen Theil des Bulbus dicht hinter der Iris abzutragen und den geöffneten Bulbus nochmals in Ueberosmiumsäure zu legen, damit dieselbe auch von innen her auf die Chorioidea einwirken kann. Dann wird die Chorioidea herauspräparirt und in Aqua Javelli corrodirt. Nach vollendeter Corrosion lassen sich die zurückbleibenden Fettmassen sehr leicht in zwei Schichten trennen. (Tafel XXII, Fig. 1 und 2.) Die innere Schicht zeigt das äusserst zierliche Capillarnetz der Choriocapillaris. Man sieht kleine Arterienäste in dieselbe hineintreten und sich in das Netz auflösen. Die äussere Schicht wird ebenfalls durch eine einfache Lage von Gefässmaschen gebildet. Die Maschen sind hier nur wenig grösser, als in der inneren Schicht, dabei das Lumen aber erheblich weiter. Da, wo in der inneren Schicht ein Arterienstämmchen verläuft, befindet sich in der äusseren Schicht eine schmale lange Lücke, so dass Arterie und Lücke genau auf einander passen. Nach Analogie der bei den anderen Thierklassen vorhandenen Chorioidealgefässe werden wir die äussere Schicht als venös bezeichnen müssen und werden annehmen, dass diese Gefässschicht die Vasa vorticosa der Säugethiere vertritt[1]). Innerhalb der Amphibienklasse unterliegt diese äussere Gefässschicht sehr grossen Aenderungen. Während beim Frosch die Maschen derselben wenig grösser waren, als in der inneren eigentlichen Choriocapillaris, sind diese Maschen bei Triton cristatus so gross, dass auf die ganze Circumferenz der Chorioidea nur 10—15 Maschen kommen. Bei Testudo graeca ist das Bild der äusseren venösen Gefässschicht mehr ähnlich den vasa vorticosa

1) Ich habe diese Verhältnisse bereits in meiner Mittheilung Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1878 Nr. 14 angedeutet. Inzwischen hat Schödl sehr ähnliche Verhältnisse bei den Cephalopoden in diesem Archiv beschrieben.

der Säugethiere; wir finden parallel verlaufende Gefässchen, die sich in grössere Stämme sammeln, und die unter einander vielfache Anastomosen bilden.

Aehnlich wie die Chorioidea verhält sich ihres Pigments wegen die Iris. Auch hier erhält man durch die Corrosion ohne jede Mühe die übersichtlichsten Präparate. Als Beispiel wählen wir die Iris von Testudo graeca. Um diese zu injiciren, öffnet man den Bauchpanzer mit dem Meissel oder einem starken Messer, lässt das Thier verbluten, indem man die Herzspitze anschneidet, und injicirt von einer der Aorten aus. Dann schneidet man den Bulbus heraus, legt ihn für einige Stunden ganz in Ueberosmiumsäure, und dann noch für einige Zeit seine vordere Hälfte. Nach der Corrosion bleiben die Gefässe der Iris in Halbkugelform zurück. Durch einen leichten Druck auf das Deckglas trennt sich die Halbkugel an einer bestimmten Stelle, und die Gefässe nehmen eine platte Form an. Man sieht alsdann (Taf. XXI, Fig. 4), wie eine einfache ziemlich starke Arterie an den Rand der Iris tritt und sich hier in zwei Aeste theilt, die nach rechts und links rings um den äusseren Rand der Iris laufen und diese als Ring umgeben. Auf diesem Wege werden die Aeste immer dünner und senden von dem Trennungspunkte ab nach dem inneren Rande der Iris Aestchen, die am Pupillarrande nach aussen zu als Schlingen umbiegen, um in die venöse äussere Gefässschicht der Chorioidea überzugehen. Die Zerreissung des ganzen Gefässkranzes durch den Druck auf das Deckglas erfolgt immer da, wo die beiden Ringäste aneinanderstossen, also dem Trennungspunkte der beiden Aeste gegenüber.

Besondern Werth gewinnen Oelinjection und Corrosion dann, wenn es sich nicht nur darum handelt, die Blutgefässe eines Organs allein darzustellen, sondern auch diejenigen Wege kennen zu lernen, welche die Injectionsmassen einschlagen, sobald sie durch erhöhten Druck oder durch andere Umstände veranlasst werden, die Blutgefässe zu verlassen. Der Werth der Oelinjection beruht hier darauf, dass dieselbe, wenn das Oel aus den Gefässen tritt, nicht so leicht Zerreissungen des Gewebes veranlasst, als andere Injectionsmethoden; durch die Corrosion wird es ermöglicht, die in solchem Falle dicht an einanderliegenden Injectionsmassen einestheils vom Gewebe, anderntheils

von einander zu trennen und so einen klaren Einblick in die Formen derselben und ihre Lagerung einander zu gewinnen.

Die instructivsten Bilder in dieser Beziehung liefert die Haut des Frosches. Hier hat besonders Arnold nachgewiesen, dass Injectionsmassen leicht die Blutgefässe verlassen und in das Gewebe übertreten, um hier Canälchen auszufüllen, die Arnold für feinste Lymphwege hält, welche als praeformirte Wege einen direkten Zusammenhang zwischen Blut- und Lymphgefässsystem vermitteln sollen; Arnold hat dabei nicht nur diese im Gewebe liegenden Canälchen, sondern zuweilen auch von den Blutgefässen aus einzelne Lymphgefässe der Froschhaut zu füllen vermocht.

Die durch die Oelinjection und Corrosion zu erhaltenden Präparate bieten nun dem gegenüber nichts wesentlich Neues; was sie jedoch auszeichnet, das ist der Umfang, in welchem diese Präparate gewonnen werden können, die Uebersichtlichkeit derselben, welche eine genaue Beobachtung alles dessen gestattet, was injicirt ist und die Vollständigkeit der Injection. Man erhält, wenn man in geeigneter Weise vorgeht, nicht nur eine vollständige Injection der Blutcapillaren, sondern auch in sehr ausgedehntem Grade der im Gewebe liegenden Canälchen und eine vollständige Injection der zu dem Blutcapillarnetz parallel verlaufenden Lymphcapillaren.

Will man nur die Blutcapillaren der Froschhaut injiciren, so genügt es, das Thier durch Abschneiden der Herzspitze verbluten zu lassen, die Canüle in eine Aorta einzuführen, die andere Aorta zu unterbinden und bei offenem Venenabfluss ein paar kleine Spritzen zu injiciren. Will man das Oel aus den Capillaren in das Gewebe hineintreiben, so ist es nöthig, nachdem aus der offenen Herzspitze kein Blut mehr, sondern nur reines Oel abfliesst, die Venen zu unterbinden; man thut dieses am einfachsten so, dass man unterhalb der beiden Aorten einen Ligaturfaden durchzieht, die Herzspitze hochhebt und nun Alles auf einmal mit dem Faden nach unten hin umfasst. Wendet man nun einen kräftigen Druck an und injicirt eine Reihe von Spritzen, dann findet man in der Haut nicht nur die Blutgefässe injicirt, sondern an vereinzelten Stellen ist das Oel in jene feinen Canälchen gedrungen. Bei schwacher Vergrösserung sehen an Corrosionspräparaten diese Stellen so aus, als hängen hier an den gröberen Blutcapillaren ein Büschel krauser Haare. Wir werden später auf diese injicirten Canälchen näher zurückkommen. Will man nun möglichst vollständige Präparate

erzielen, nämlich ausser der Injection der Blutgefässe auch eine verbreitetere und vollkommenere Injection jener Canälchen und durch diese hindurch eine möglichst vollständige Injection des von den Blutcapillaren nach innen zu gelegenen Lymphcapillarnetzes, dann ist es nothwendig, ebenso wie Arnold es gethan hat, in der Haut des Frosches vor der Injection ein künstliches Oedem zu erzeugen. Da die innere Haut des Unterschenkels die reinsten und besten Präparate giebt, so umschnürt man die Grenze zwischen Rumpf und Oberschenkel mit einem Bändchen so fest, dass zwar der Abfluss der Lymphe und des Venenblutes behindert ist, der arterielle Blutstrom aber nicht unterbrochen wird. Hat man zu fest geschnürt, so blasst der Schenkel bald ab und es tritt Gangrän ein. Hat man dagegen den richtigen Grad des Zuschnürens getroffen, so sieht man die subdermalen Lymphräume sich mehr und mehr füllen und die Haut hyperaemisch werden. In 2—3 Tagen ist meistens der genügende Grad des Oedems erreicht. Stockt alsdann die Blutcirculation zu sehr in der Haut, was man an der Schwimmhaut bei schwacher Vergrösserung beobachten kann, so löst man die Ligatur des Schenkels und lässt das Thier noch einige Stunden leben, damit die Circulation wieder etwas in Gang kommt. Dann lässt man, wie bereits angegeben ist, das Thier durch Abschneiden der Herzspitze verbluten, unterbindet die eine Aorta, injicirt in die andere so lange, bis aus der Herzspitze kein Blut mehr, sondern nur reines Oel abfliesst, unterbindet die Venen und injicirt nun unter allmählig stärker werdendem Druck eine Anzahl kleiner Spritzen in die Blutgefässe. Gewöhnlich drängt sich die bald stark gefüllte Leber in die Operationsöffnung und muss hier zurückgehalten werden, weil sie sonst bei weiterem Vordrängen leicht irgendwo platzt, und nun der ganze Oelstrom aus dieser Oeffnung herausfliesst. Das Oel fliesst so wie so bald durch kleinere und grössere Oeffnungen aus der Operationswunde; doch darf man sich dadurch nicht in dem Weiterinjiciren stören lassen. Nach vollendeter Injection schneidet man die innere Haut des Unterschenkels, weil sie die besten Präparate liefert, aus, spült sie in Wasser ab und legt sie für 24 Stunden in eine einprocentige Lösung von Ueberosmiumsäure. Dann wird corrodirt.

Man kann die Corrosion des ganzen Hautstückes auf einmal vornehmen, nur muss man darauf achten, dass dasselbe sich während dessen nicht einrollt. Bei einiger Vorsicht gelingt es jedoch,

das ganze innere Hautstück des Unterschenkels im Zusammenhang zu corrodiren. Dasselbe ist so vorläufig für die Untersuchung unbrauchbar und erscheint als eine für das Licht fast undurchdringliche schwarze Masse, da Blutgefässe, jene oben erwähnten feinen Canälchen und Lymphcapillaren auf einanderliegen und ihre Maschen gegenseitig verdecken. Man übertrage deshalb das ganze corrodirte Hautstück, nachdem man es vorsichtig in Wasser abgespült hat, in Glycerin und zwar so, dass die innere Hautseite nach oben kommt, und präparire mit spitzen und flachen Nadeln die jetzt oben liegenden Lymphcapillarnetze ab. Bei gut gelungenen Präparaten bilden sie eine ebenso continuirliche Lage, wie die Blutcapillaren selbst. Es gelingt, wenn die Corrosion gut vollendet ist, leicht, die Lymphcapillarnetze in grösseren und kleineren Stücken abzulösen, und behält man dann das zusammenhängende Blutcapillarnetz als zarte, durchsichtige, spinngewebeartige Schicht zurück. Es ist nicht nothwendig, dass man die Blutcapillaren ganz und gar von den Lymphcapillaren säubert; an einzelnen Stellen haften die letzteren so fest, dass man, wenn man sie auch hier ablösen wollte, leicht das Präparat zerreissen würde. Ist man in der Handhabung des Eau de Javelle noch nicht so ganz sicher, so thut man gut, die Loslösung der Lymphcapillaren bereits vorzunehmen, wenn das Präparat noch in der Flüssigkeit liegt. Lösen sich dann dieselben noch nicht ab, so kann man das Eau de Javelle noch länger einwirken lassen.

Man sieht dann in der Schicht der Blutgefässe das Netz der Capillaren mit den grösseren Gefässen, die sich darin auflösen; obendrauf, der Innenseite der Haut entsprechend, liegen die Reste der nicht abpräparirten Lymphcapillaren. Ausserdem findet man dann über das ganze Blutcapillarnetz hin verstreut in grösseren und kleineren ziemlich dicht zusammenliegenden Inseln feinere krause Fettformen, die nach der Innenseite der Haut entsprechenden Fläche hervorragen, und die wir später noch bei stärkerer Vergrösserung betrachten wollen, um uns über ihre Form und Lagerung zu orientiren. In Tafel XXII, Fig. 3 haben wir ein Stück des Lymphcapillarnetzes vor uns. Wir sehen die Maschen in der Mitte zur Bildung eines Lymphgefässstämmchens zusammentreten und sehen das letztere ein Stück, wahrscheinlich durch die Präparation isolirt, herausragen. Betrachten wir diese Lymphcapillarnetze mit einem stärkeren Objectiv und zwar an der der Aussen-

seite der Haut entsprechenden Fläche, dann finden wir auch hier jene feinen Canälchen verstreut vor, nur sind dieselben hier schwieriger zu beobachten, weil die wenig Licht durchlassenden Maschen der Lymphcapillaren sie verdecken. Taf. XXII, Fig. 3 zeigt diese Canälchen an dem linken Rande hervorragen. Da wir nun ebendieselben feinen Canälchen bei den Blutcapillaren nach der Innenseite, bei den Lymphcapillaren nach der Aussenseite der Haut hin entwickelt finden, so dürfte wohl der Schluss erlaubt sein, dass dieselben vor der Trennung der beiden Schichten im Zusammenhang gestanden haben und nur durch die Gewalt der Präparation auseinander gerissen wurden. Es muss hierbei noch bemerkt werden, dass der grössere Theil dieser feinen Canälchen jedenfalls an der Blutcapillarschicht haften bleibt. Da wir sonst in der Froschhaut nirgends anderweitige Oelfüllungen, insbesondere auch keine Extravasate und Gewebszerreissungen finden, und da diese feinen Canälchen grade zwischen Blut- und Lymphcapillarschicht eingeschoben sind, so werden wir annehmen können, dass sie die Wege darstellen, auf denen das Oel von den Blutcapillaren zu den Lymphcapillaren gedrungen ist.

Bei stärkerer Vergrösserung zeigen sich diese feinen Canälchen als gewundene cylindrische Röhrchen, welche Ausbuchtungen und Einschnürungen haben und so das Bild von gewöhnlichen Lymphcapillaren im Kleinen wiederholen. Im Niveau der Maschen der Blutcapillaren finden sich statt dessen häufig platte, anastomosirende, netzartig verbundene kleine Körperchen, welche die eine Masche der Blutcapillaren umgebenden Capillarwandungen mit einander verbinden, jedoch in Form, Grösse und Lagerung keine Aehnlichkeit mit den anastomosirenden Zellen der Froschhaut bieten; sie sind viel kleiner und unregelmässiger, als diese. Nach den Lymphcapillaren hin nehmen die Lumina der feinen Canälchen an Stärke etwas zu.

Die Froschhaut vor der Corrosion auf Schnitten zu untersuchen, wäre ein schwieriges und wohl auch vergebliches Bemühen; dagegen bietet ein einziges umfassendes Corrosionspräparat ein so eindrückliches Bild, wie man es nur wünschen kann. Hier ist alles verdeckende Pigment und Gewebe hinweggeschafft; wir durchschauen das ganze Füllungssystem der Haut mit einem Blick; Blut und Lymphcapillaren heben sich auf das Klarste von den zwischen ihnen liegenden feinen Canälchen ab, und auf einer grossen Fläche können wir vergleichen, dass diese feinen

Canälchen überall reichlich vertreten und in diesem Auftreten überall durchaus gleichmässig sind. Wir gewinnen so den überzeugenden Eindruck, dass diese Canälchen nicht zufällige, rein durch Kunst erzeugte Produkte sein können. Ob sie praeformirte Räume darstellen, in denen intra vitam eine plasmatische Strömung stattfindet, dafür lässt sich schwer ein stricter Beweis finden; doch können wir es vermuthen und soviel als sicher annehmen, dass sie die Wege darstellen, auf denen das Oel von den Blutcapillaren zu den Lymphcapillaren gedrungen ist, dass sie durch das Oedem nicht erst erzeugt, sondern vielleicht nur erweitert sind, da sie sich auch in der normalen Haut darstellen lassen, und dass sie auf ein bestimmtes praeexistirendes Structurverhältniss der Froschhaut hindeuten, welches insofern unser Interesse herausfordert, als es grade von den Blut- zu den Lymphgefässen führt.

Die Forschungen über die Wurzeln des Lymphgefässsystems waren meistens darauf gerichtet, diese Wurzeln als bestimmt formirte Gebilde innerhalb der Gewebe nachzuweisen; man glaubte diesen Nachweis an einzelnen Stellen geführt zu haben und glaubte diesen Nachweis dann auch für die verallgemeinerte Anschauung über die Wurzeln der Lymphgefässe verwerthen zu können. Die Plasmazellen Virchows, die Saftkanälchen Recklinghausens geben Beispiele dafür. Diese verallgemeinerte Anschauung über anatomisch genau definirbare, bestimmt und gleichmässig formirte Wurzeln des Lymphgefässsystems musste grade in ihrer Verallgemeinerung Zweifel erregen und hat das zu allen Zeiten auch gethan. In der neuesten Zeit hat Ranvier (traité technique, cinquième fascicule) diese Zweifel am klarsten ausgesprochen; indem er vom lockeren, formlosen Bindegewebe ausgeht, dessen Räume nur dadurch gebildet sind, dass sie von den Bündeln des Bindegewebes durchzogen und so abgetheilt werden, behauptet er, dass diese nicht bestimmt formirten und nicht anatomisch genau definirbaren Räume, die übrigens sicher als ein Aufenthaltsort der Gewebslymphe anzusehen sind, die Wurzeln der Lymphgefässe darstellen, und geht so weit, die Existenz von bestimmt formirten Lymphgefässwurzeln überhaupt zu leugnen. Wenn nun auch das Gewicht, welches Ranvier den formlosen Räumen des Bindegewebes beilegt, gewiss seine Berechtigung hat, so scheint es doch andrerseits zu weit gegangen zu sein, die Existenz von geformten Lymphgefässwurzeln ganz leugnen zu wollen. Die Corrosionspräparate,

welche soeben aus der injicirten Froschhaut beschrieben worden sind, scheinen mir wegen des umfassenden und klaren Eindrucks, den sie bieten, geeignet zu sein, mit einen Halt dafür zu geben, dass neben formlosen auch geformte Lymphgefässwurzeln existiren.

Ausser an der Haut des Frosches lässt sich auch an andern Orten der Austritt des injicirten Oeles aus den Gefässen verfolgen. Im Froschmesenterium finden wir von den Blutgefässen ausgehende Netze anastomosirender sternförmiger Körper, im Mesenterium von Salamandra maculata füllen sich oft grosse Bezirke von Lymphcapillaren; die Corrosion ist hierbei nicht nothwendig, da die Membranen dünn genug sind, um eine Durchsicht zu gestatten. Aehnliche feine Canälchen, wie in der Froschhaut, finden wir auch bei Triton taeniatus gefüllt, wenn wir das Thier von der Aorta aus injiciren und das Schwanzende corrodiren.

Besondere Erwähnung verdient es, dass es mir bei Triton cristatus wiederholt gelungen ist, von der Aorta aus das injicirte Oel in die Cornea mehr weniger weit hineinzutreiben. Das Oel nimmt hier die Form anastomosirender sternförmiger Körperchen an, die, wenn sie auch durch den Injectionsdruck dilatirt erscheinen, doch unverkennbar den Typus der Cornealkörperchen an sich tragen. Um diese Formen zu erhalten, injicirt man in derselben Weise, wie oben beim Frosch angegeben ist, nimmt dann den ganzen Bulbus heraus und legt ihn in Ueberosmiumsäure. Dann schneidet man mit einem scharfen Rasirmesser den vorderen Theil des Bulbus mit der Cornea nicht weit hinter dem Irisniveau ab, entfernt die Iris und die anhaftenden Theile der Chorioidea mit der Nadel, macht vom Rande her gegen die Mitte der Cornea einen Einschnitt und breitet diese dann in Glycerin aus. Wenn man nun längs des Pigmentrandes der Cornea herumgeht, so sieht man hie und da jene sternförmigen schwarzen Körperchen aus Osmiumfett in das helle Gewebe der Cornea hineinragen. Entfernt man durch Aqua Javelli das Pigment, welches die Cornea umgiebt, so sieht man die schwarzen Gefässschlingen zum Rande der Cornea treten, und jene schwarzen Körperchen von denselben ausgehen; meist sind dann auch innerhalb der Gefässschlingen die Lücken des Gewebes injicirt.

Auch bei den Säugethieren lassen sich durch die Oelinjection von den Blutgefässen aus die Lymphwege injiciren. Insbesondere gelingt dieses leicht und sicher am Periost des Schädels, z. B. beim Kaninchen.

Um ein Kaninchen mit Oel zu injiciren, lasse ich dasselbe durch Anschneiden einer Carotis verbluten und führe alsdann die Canüle in das centrale oder das periphere Ende des angeschnittenen Gefässes ein; das andere Ende wird unterbunden. Dabei wird die Operationswunde möglichst klein gemacht und es wohl vermieden, andere Gefässe zu verletzen. Die Canüle ist mit einem Gummischlauch in Verbindung, der in ein Oelgefäss führt; das letztere ist so eingerichtet, dass es nach Belieben in die Höhe gezogen werden kann. Bei einer Druckhöhe von etwa 3 Meter bleibt die ganze Vorrichtung etwa 12—24 Stunden stehen. Diese Druckhöhe ist aus den schon früher angeführten Gründen bei der Oelinjection keine so bedeutende; aus nicht zu starken Canülen fliesst dabei das Oel nur tropfenweise aus, und erst durch die Länge der Zeit wird ein erhöhter Druckeffect erzielt. Um das Oel schon makroskopisch erkennen zu können, wird dasselbe mit Alcannin gefärbt. Da für die grosse Menge des zur Injection eines Kaninchens nothwendigen Oeles jener Farbstoff als Aetherextract zu theuer wäre, so thut man gut, die Alcannawurzel mit Oel selbst abzukochen und das letztere dann zu coliren. Ist die Injection vollendet, dann präparirt man von der Schädeldecke Alles bis auf das derbe Periost ab, reinigt durch Abspülen mit Wasser und reisst nun mit Gewalt das Periost vom Knochen. Man sieht dann nach dem Abspülen mit Wasser auf dem blossliegenden Knochen an verschiedenen Stellen, besonders auf den Stirnbeinen eine dünne Schicht rothen Fettes aufliegen. Versucht man es, auch diese mit einem Wasserstrahl abzuspülen, so gelingt dieses nicht; die Fettschicht wird also nach aussen hin, wenn auch durch noch so dünne Häutchen abgegrenzt. Bei genauerem Zusehen sieht man bereits mit blossem Auge, noch besser mit der Lupe, dass jene festhaftende Fettschicht scheinbar aus kleinsten Tröpfchen zusammengesetzt ist. Sägt man nun eine derartige Stelle mit dem darunter liegenden Knochen ab, legt sie in Ueberosmiumsäure und corrodirt mit Aqua Javelli, so löst sich jene Fettschicht vom Knochen. Unter dem Mikroskop erweist sie sich als schön gefüllte Lymphcapillarnetze (cf. Taf. XXI, Fig. 3, welche vom Rande einer solchen Stelle gezeichnet ist). Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die die Fettschicht am Knochen zurückhaltenden Häutchen, welche ein Abspülen jener durch einen Wasserstrahl verhindern, die Wandungen dieser Lymphcapillaren sind; von sonstigem Gewebe bleibt

wenigstens nach dem Abziehen des Periosts auf dem Knochen nichts zurück. Die Wandungen dieser Lymphcapillaren würden demnach hier mit einer Selbstständigkeit auftreten, die man sonst kaum zu beobachten Gelegenheit hat.

Im derben Periost selbst finden sich die interfibrillären Spalten injicirt, ebenso in der Dura, dem Perichondrium etc. Am Diaphragma, besonders der pleuralen Seite, erscheinen häufig zierliche Lymphgefässnetze. Im Ganzen jedoch ist hier überall eine exacte Verfolgung der Wege, auf denen das Oel die Blutgefässe verlässt, nicht möglich, und bildet deshalb die Froschhaut, wie wir oben gesehen haben, für diesen Zweck das beste und vorzüglichste Object.

Wie bereits oben in der Einleitung erwähnt worden ist, habe ich, um Corrosionspräparate zu erhalten, das Fett nicht nur direct in die Gewebe hineininjicirt, sondern auch dasselbe dem Gewebe imprägnirt. Bei der

Fettimprägnation

handelt es sich darum, das Fett mit solchen Substanzen zu mischen, die einen Diffusionsaustausch mit dem wasserhaltigen thierischen Gewebe gestatten. Setzt man zu einem Volumen Olivenöl etwa die Hälfte des Volumens absoluten Alkohol und dann so viel Aether hinzu, bis sich das Ganze durch Schütteln klar mischt (es gehört dazu etwa ebensoviel Aether, wie Alkohol), so erhält man eine Flüssigkeit, welche die Fähigkeit besitzt, geringe Mengen Wasser ohne Trübung zu lösen. Wenn man zu dieser Oelmischung Wasser tropfenweise hinzusetzt, so tritt bald der Zeitpunkt ein, wo beim Schütteln eine Trübung, das heisst eine Scheidung der verschiedenen Mischungsbestandtheile bemerkbar wird. Wir werden daher, wenn wir ein Gewebe mit Fett imprägniren wollen, nur kleine Stücke desselben in diese Oelmischung legen können, weil mit der Grösse des Gewebsstückes auch die Menge des vorhandenen Wassers wächst. Hat man ein zu grosses Gewebsstück genommen und damit die Grenze des Wassergehaltes überschritten, so dass eine Ausscheidung der Bestandtheile der Mischung eintritt, so kann man durch Zusatz von Aether diese Ausscheidung aufheben; doch darf dieser Aetherzusatz nicht zu weit getrieben werden, weil sonst die procentische Zusammensetzung der Oelmischung zu sehr verändert wird. Andererseits ist es gut, die Flüssigkeits-

menge der Oelmischung nicht zu gering zu nehmen, weil eine grössere Menge desselben mehr Wasser zu lösen im Stande ist, wie eine geringere. Die Imprägnation selbst vollzieht sich so, dass diejenigen Bestandtheile des Gewebes, welche in den Bestandtheilen der Oelmischung löslich sind, nämlich vor allem das Wasser, dann noch Fett und Theile des Nervenmarks von der Oelmischung aufgenommen werden, und dass dafür die letztere das Gewebe durchtränkt. Bringt man nun das Gewebe aus der Oelmischung in Wasser, so wird sowohl der Alkohol wie auch der Aether von dem Wasser aufgenommen, und das Oel im Gewebe niedergeschlagen.

Nachdem das Oel mit Ueberosmiumsäure gehärtet und geschwärzt ist, gelingt es leicht, dasselbe in den Formen, die es innerhalb des Gewebes angenommen hat, durch Aqua Javelli zu isoliren.

Die Wirkung der Fettimprägnation ist eine eigenthümliche. Die Oelmischung hat, wie aus dem Früheren hervorgeht, 50% Oel; ihre Bestandtheile treten, wenn wir vom Nervenmark und Fett absehen, an Stelle des im Gewebe enthaltenen Wassers; man könnte daher a priori annehmen, dass je nach dem Wassergehalt eines Gewebselements auch die Grösse der Fettaufnahme beschaffen sein müsste. Dass der Wassergehalt des Gewebselements bei der Fettaufnahme eine Rolle spielt, ist nun allerdings nicht zu leugnen; aber jedenfalls ist er es nicht allein, der die Grösse der Fettaufnahme bestimmt. Die Erfahrung lehrt es, dass z. B. Muskelfasern, Bindegewebsbündel etc. bei der Fettimprägnation nur äusserst wenig Fett aufnehmen, trotzdem gewiss ihr Wassergehalt ein ganz bedeutender ist, während weiche protoplasmatische Substanzen und insbesondere Hohlräume und Lücken, die mit Lymphe gefüllt sind, das Oel sehr begierig an sich ziehen. Nun haben die Muskelfasern und Bindegewebsbündel einen etwas geringeren Wassergehalt, als weiche protoplasmatische Substanzen und Hohlräume, aber die bedeutende Differenz in der Grösse der Fettaufnahme wird dadurch keineswegs erklärt. Wir müssen demnach annehmen, dass ausser dem Wassergehalt auch die sonstigen physikalischen Eigenschaften der Gewebselemente, ihr Gefüge, ihre Structur auf die Grösse der Fettaufnahme einen wesentlichen Einfluss ausübt; auch der Alkohol der Mischung wird, indem er die Structur der Gewebselemente in gewisser Weise fixirt, hierbei eine Rolle spielen. Erst so lernen

wir es verstehen, warum die Wirkungen der Fettimprägnation so differenzirte sind: der Einfluss des relativ geringen Unterschieds im Wassergehalt wird vervielfacht durch die damit meist Hand in Hand gehenden Unterschiede der Structur.

Wie vorher erwähnt worden ist, sind die mit Lymphe gefüllten Hohlräume der Gewebe besonders bevorzugt für die Fettaufnahme; die Fettimprägnation mit nachfolgender Corrosion ist daher besonders geeignet, um Lymphcapillaren und Lymphspalten des Gewebes isolirt darzustellen, wenn diese Räume vor der Imprägnation im Zustande gehöriger Füllung sich befinden; von diesem Füllungszustande hängt allerdings das Gelingen in hohem Grade ab.

Jedenfalls muss an der Fettimprägnation insbesondere hervorgehoben werden, dass ihre Wirkung nicht, wie bei den Metallimprägnationen und den gewöhnlichen Färbungsmethoden auf chemischer Attraction, sondern, wie aus dem Gesagten hervorgeht, auf rein physikalischen Vorgängen beruht.

Der Fettgehalt der Oelmischung kann je nach Bedürfniss dadurch verändert werden, dass man entweder Oel, oder Alkohol und Aether hinzusetzt; doch habe ich grade jene oben beschriebene Zusammensetzung, die einen Fettgehalt von 50 % bedingt, in den meisten Fällen als zweckmässig gefunden.

Steigert man den Fettgehalt der Olivenölmischung und damit auch des imprägnirten Gewebes zu sehr, dann scheint jene differenzirte Wirkung, bei Anwendung des Olivenöls wenigstens, abzunehmen; das Gewebe wird viel gleichmässiger vom Fett durchtränkt, und damit nicht nur die Einwirkung der Ueberosmiumsäure in hohem Grade erschwert, weil dieselbe keine Wege findet, auf denen sie in das Gewebe hineindringen kann, und weil die äussersten Schichten des Gewebes wegen des ihnen innewohnenden dichten Fettes die Wirksamkeit derselben allein absorbiren, sondern auch der Erfolg der Corrosion mehr weniger illusorisch gemacht. Der letztere beruht darauf, dass die verschiedenen Gewebstheile wegen ihres verschiedenen Fettgehalts verschieden widerstandsfähig gegen die Wirkung des Eau de Javelle sind; dadurch gelingt es gewisse Theile des Gewebes von anderen Theilen zu trennen und so Corrosionspräparate zu erhalten. Je gleichmässiger daher ein Gewebe vom Oel durchtränkt ist, desto schwieriger ist es die Elemente durch die Corrosion zu sondern; je differenzirter dagegen

der Oelniederschlag erfolgt, desto mehr Chancen haben wir für die Corrosion.

Ausser der eben beschriebenen Mischung von Olivenöl habe ich noch eine zweite mit Nutzen in Anwendung gebracht, nämlich eine Mischung von Ricinusöl und Alcohol. Das Ricinusöl ist ein flüssiges Harz, welches als solches in Alcohol löslich ist; darum wird bei demselben der Zusatz von Aether überflüssig. Es wird ebenso wie die Fette von der Ueberosmiumsäure geschwärzt und gehärtet, und ist dann ebenso wie jene gegen Aqua Javelli sehr widerstandsfähig. Seinen sonstigen Eigenschaften nach ist es zäher und dickflüssiger als Olivenöl, und darauf scheint es auch zu beruhen, dass seine Vertheilung bei der Imprägnation noch differenzirter ist, als die des Olivenöls. Es hat deshalb selbst bei höherem Procentgehalt innerhalb der Mischung weniger Neigung das Gewebe gleichmässig zu durchtränken als dieses. So kann man ohne Schaden 2 Theile Ricinusöl auf 1 Theil Alcohol verwenden, ohne dass die Wirkung der Ueberosmiumsäure und des Eau de Javelle gehindert wird. Dass eine derartige Erhöhung des Oelgehalts in vielen Fällen von grossem Nutzen sein kann, liegt auf der Hand. Ein zweiter wesentlicher Vortheil ist dabei das Weglassen des Aethers; der Diffusionsvorgang wird dabei vereinfacht; ferner zeigt sich, dass diese rein alkoholische Lösung des Ricinusöls viel mehr Wasser ohne Trübung aufzunehmen im Stande ist, als jene Mischung von Olivenöl, Aether und Alkohol, man also auch grössere Gewebsstücke darin imprägniren kann. Neben diesen Vortheilen jedoch bringt die Dickflüssigkeit und grössere Cohärenz des Ricinusöles für viele Verhältnisse auch Nachtheile, welche die Anwendbarkeit desselben beschränken. Wir werden deshalb beide Mischungen neben einander zu brauchen haben.

Zum Einlegen in die Oelmischungen benutzte ich fast nur frische Gewebe. Haben sich erst durch andere Erhärtungsmittel Niederschläge und Gerinnungen im Gewebe gebildet, so ist es schwieriger, eine so geeignete Vertheilung des Oeles im Gewebe zu erhalten, wie man es zu seinem Zwecke braucht. Der Alkohol, der in den Oelmischungen vorhanden ist, scheint, trotzdem er nicht mit Wasser verdünnt ist, doch durch die Gegenwart der anderen Substanzen eine mildere Wirkung zu besitzen, als wenn wir ihn rein zur Erhärtung brauchen.

Nachdem die Gewebsstücke etwa 5—8 Tage in der Oelmi-

schung gelegen haben, werden dieselben herausgenommen und sofort in Wasser übertragen. Wenn es die Natur der Gewebe einigermassen verträgt, ist es gut, dieselben durch Schütteln im Wasser von den äusserlich anhaftenden Fetttheilen möglichst zu reinigen. Nachdem der Niederschlag des Oels sich vollzogen hat, kommt nun das Gewebe in die einprocentige Lösung der Ueberosmiumsäure und bleibt hier etwa 24 Stunden liegen. Die Ueberosmiumsäure wirkt, wie oben erwähnt, da wo Fett in grösserer Menge angehäuft ist, nur sehr oberflächlich ein; darum werden auch dünne Membranen von derselben am leichtesten durchdrungen, kubische Gewebsstücke dagegen schwer, und es ist hier ebenso wie an dem mit Oel injicirten Gewebe nöthig, diese in dünne Scheiben zu zerlegen, nachdem man sie hat gefrieren lassen.

Wir können nun, nachdem ein Gewebe mit Fett imprägnirt und mit Osmium behandelt ist, dasselbe auf Schnitten untersuchen. Die Gewebselemente haben das Fett in verschiedenem Grade aufgenommen, und muss demgemäss auch die Färbung durch Ueberosmiumsäure eine differenzirte sein. Doch ist es in den meisten Fällen schwierig, sich in diesem Durcheinander dunkler Färbungen zurecht zu finden, und muss die Corrosion uns in den meisten Fällen Klarheit verschaffen, indem sie die Elemente scheidet. Dieselbe hat insbesondere noch den Vortheil, dass wir grössere Stücke des Gewebes auf einmal untersuchen können. Was wir in unserem Corrosionsschälchen Brauchbares haben, kann unserer Aufmerksamkeit nicht entgehen, und wenn die Imprägnation auch nur an einer einzigen Stelle eines grösseren Gewebsstückes gut gewirkt haben sollte.

Die Handhabung der Corrosion bleibt nach der Fettimprägnation dieselbe, wie wir sie bei der Fettinjection beschrieben haben, nur dass sie hier eine noch grössere Aufmerksamkeit erfordert. Während wir nämlich nach der Oelinjection es nur mit dem Gegensatze von reinem Osmiumfett und leicht zerstörbarem Gewebe zu thun haben, haben wir nach der Fettimprägnation das Fett überall vertheilt, wenn auch in verschiedenem Grade. Dieser verschiedene Grad der Fettaufnahme bedingt die verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Aqua Javelli, die hier bei Imprägnationspräparaten nicht wie nach der Injection eine einfach entgegengesetzte, sondern eine in einer Stufenreihe folgende ist. Wir werden daher hier noch öfter den Inhalt der Corrosionsschälchen bei

schwacher Vergrösserung untersuchen müssen, hier noch öfter mit Nadeln die Trennbarkeit der Gewebstheile prüfen, um nicht den richtigen Zeitpunkt zu versäumen; denn hier sind wir bei zu langem Zuwarten noch mehr der Gefahr ausgesetzt, dass auch die für uns brauchbaren Formen von dem Eau de Javelle zerfressen werden. Auch die durch Imprägnation gewonnenen Corrosionspräparate werden am besten in Glycerin übertragen.

Wir haben demnach für die Herstellung von mit Fett imprägnirten Corrosionspräparaten folgende Behandlungsweise: Man lege frische kleine Gewebsstücke in eine nicht zu geringe Menge von einer der beiden Oelmischungen; bei der Mischung mit Ricinusoel können wir grössere Stücke und weniger Flüssigkeit in Anwendung bringen. Nach einem etwa fünf bis achttägigen Aufenthalt in der Mischung wird das Gewebe direct in Wasser übertragen, um das Fett niederzuschlagen und die äusserlich anhaftenden Fetttheile abzuspülen. Darauf kommt das Gewebe für 24 Stunden in eine einprocentige Lösung von Ueberosmiumsäure, wird dann in Eau de Javelle corrodirt und in Glycerin eingeschlossen.

Die ersten Beobachtungen über die Wirkungen der Corrosion überhaupt machte ich an den markhaltigen Nervenfasern. Das Nervenmark wird bekanntlich ebenso wie das Fett von der Ueberosmiumsäure schwarz gefärbt; doch zeigt das durch Ueberosmiumsäure gehärtete und gefärbte Mark keine erheblich grössere Widerstandsfähigkeit gegen Aqua Javelli, als das die Nervenfasern zusammenhaltende Bindegewebe. Bei der Fettimprägnation (Olivenöl) jedoch nimmt das Mark der Nervenfasern so viel Fett auf, dass es nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure leicht gelingt, durch Aqua Javelli die Nervenfasern zu isoliren. In Glycerin gebracht zerfällt ein derartig behandelter Froschnerv fast von selbst in seine Fasern, und bedarf es nur geringer Bewegungen, um diesen Zerfall zu bewirken. Es zeigt sich dann die Markscheide der Fasern aus mehr weniger dichten schwarzen Körnchen zusammengesetzt, die, wo sie weniger dicht an einander stehen, in der Mitte einen Axenstrang erkennen lassen. Mehr als Andeutungen der Structur erhält man auch selbst dann nicht, wenn man die Wirkung des Eau de Javelle so lange fortsetzt, bis vollständige Entfärbung, und damit grössere Durchsichtigkeit eingetreten ist. Dagegen lassen sich an den schwarzen isolirten Fasern die Ranvier'schen Einschnürungen wohl erkennen, und ihr Abstand wegen der auf län-

gere Strecken möglichen Isolirung leicht messen. Den Grund, warum das Nervenmark eine so bedeutende Fettmenge aufzunehmen im Stande ist, werden wir darin zu suchen haben, dass ein nicht unbedeutender Theil desselben in der Olivenölmischung löslich ist, und dass an Stelle der gelösten Theile des Markes die Bestandtheile der Mischung, mithin auch Fett in grösserer Menge treten.

Ganz entgegengesetzt den Nervenfasern verhält sich die contractile Substanz der Muskelfasern; dieselbe setzt der Fettaufnahme einen grossen Widerstand entgegen. Der mögliche Grund dafür ist bereits oben besprochen worden. Wenn nun auch die Muskelfaser in ihrem Innern wenig empfänglich für die Fettaufnahme ist, so lassen sich doch durch die Imprägnation leicht Bilder erzeugen, welche sowohl die Structurverhältnisse der Muskelfaser, wie auch die Wirkung der Fettimprägnation zu illustriren im Stande sind. Man schneide einem lebenden Dyticus marginalis oder Hydrophilus die Glieder ab und lasse dieselben einige Zeit in der Olivenölmischung liegen; es ist gut, wenn man inzwischen die Panzer der Glieder trennt und auseinanderzerrt, damit die Mischung zu den Muskelfasern freien Zutritt hat; den Panzer sogleich zu trennen, bevor man die Glieder in die Mischung legt, ist zu widerrathen, weil dabei die frischen Muskelfasern zu leicht zerquetscht werden. Hat man mit Fett imprägnirt, dann mit Wasser abgespült und mit Ueberosmiumsäure behandelt, so sieht man, nachdem man die Fasern in Glycerin durch Zupfen isolirt hat, eine Anzahl derselben, an deren freien Rändern dicht aneinandergelagert schwarze halbkreisförmige Bläschen aufgereiht sind. Jedes einzelne Bläschen reicht, was hier in evidentester Weise hervortritt, von einer Krause'schen Grundmembran zur anderen, und während nach aussen zu die Begrenzung eine halbkreisförmige ist, wird die Grenze gegen die Muskelsubstanz hin durch eine gerade Linie gebildet. Die Muskelsubstanz selbst ist dagegen nur gelb gefärbt und setzt sich gegen die schwarzen Bläschen auf's schärfste ab. Man sieht diese Randbläschen auch ohne Fettosmiumbehandlung nach einfacher Erhärtung in Alkohol, und sind dieselben bereits von Amici[1]) an den Muskelfasern der Stubenfliege gesehen und danach gezeichnet worden, später deutet noch Engelmann[2]) in

1) Virchow's Archiv, Bd. 16.
2) Pflüger's Archiv, Jahrgang 1873.

einer kleinen Zeichnung dieselben an. Sie werden dadurch gebildet, dass das Sarcolemm, welches mit der Krause'schen Grundmembran in directem Zusammenhange steht, sich von der contractilen Substanz abhebt und von einer Membran zur anderen einen kleinen Halbkreis beschreibt. Wegen der grossen Zartheit des Sarkolemms wird es schwer, diese Bläschen ohne die schwarze Fettfüllung zu sehen.

Diese letztere nun ermöglicht es auch, dieselben auf der Oberfläche der Muskelfasern zu beobachten. Stellt man das Mikroskop auf diese ein, so sieht man sie häufig mehr weniger vollständig von schwarzen Ringen umgeben, deren optische Querschnitte eben jene halbkreisförmigen, am Rande stehenden Bläschen vorstellen. Die Ringe halten sich immer an den Abstand zweier Krause'scher Grundmembranen; sie sind selten vollständig, meist aus grösseren und kleineren Stücken zusammengesetzt, ohne jedoch eine regelmässige Zertheilung des Fettes zu zeigen. Wir können daraus schliessen, dass ein ähnlicher Zusammenhang des Sarkolemms wie er mit den Krause'schen Grundmembranen besteht, in der Längsrichtung der Muskelfasern nicht vorhanden ist. Es versteht sich von selbst, dass sich derartige Bilder, wie die beschriebenen, nur an solchen Muskelfasern herstellen lassen, deren Sarkolemm überhaupt einen directen Zusammenhang mit den Krause'schen Grundmembranen besitzt.

Wir haben in dieser Füllung der Sarkolemmbläschen ein gutes Beispiel dafür, dass die Fettimprägnation zur Füllung von Hohlräumen geeignet ist, und dass diese letzteren in Bezug auf die Fettaufnahme eine sehr begünstigte Stellung einnehmen; dass ferner andere Substanzen trotz ihres grossen Wasserreichthums, wie ihn die contractile Substanz der Muskelfasern immerhin hat, doch der Fettaufnahme einen grossen Widerstand entgegensetzen können, und dass mithin relativ geringe Differenzen des Wassergehalts in den Gewebselementen hinreichen, um bedeutende Differenzen in der Fettaufnahme zu erzeugen, sobald anderweitige Bedingungen vorhanden sind, die dieses begünstigen.

Aehnliche Resultate erhalten wir auch bei der Imprägnation des Knorpels. Wir sehen hier, nachdem wir mit der Olivenölmischung imprägnirt und mit Ueberosmiumsäure behandelt haben, auf Schnitten, dass sich die Höhlen der Knorpelkörperchen mit schwarzem Osmiumfett gefüllt haben, während die Zwischensub-

stanz nur eine gelbe Färbung zeigt. Zum Einlegen in die Oelmischung verwendet man am besten dünne Scheiben des frischen Knorpels. Bei denjenigen Knorpeln, welche wie der Ohrknorpel des Kaninchens, nur eine sehr geringe Menge von Zwischensubstanz besitzen, bemerkt man rings um die Knorpelhöhlen herum einen feinen dunklen Saum, der aus Pünktchen zusammengesetzt erscheint. Bei anderen, wie bei den Gelenkknorpeln, dem Scleralknorpel des Frosches fehlt dieser Saum; die Zwischensubstanz ist entweder gleichmässig gelb mit Andeutung von fein granulirtem Aussehen, oder man beobachtet höchstens, dass bei sehr entwickelter Zwischensubstanz diejenigen Theile derselben, welche den Knorpelhöhlen am entferntesten liegen, ein dunkleres Aussehen bieten, und dass demnach um die Knorpelhöhle selbst helle Höfe sich befinden, die in jene dunklen Parthien allmählig übergehen.

Ein ganz anderes Verhalten gegenüber der Imprägnation bieten die Epithelien. Hier sind beide, Zellen und Intercellularsubstanz bei der Fettaufnahme lebhaft betheiligt, doch so, dass die Intercellularsubstanz meist das Uebergewicht behält. Da ferner Zellen und Intercellularsubstanz nach der Imprägnation keinen sehr bedeutenden Zusammenhang zeigen, so gelingt es leicht die Intercellularsubstanz in grösserer oder geringerer Ausdehnung durch die Corrosion zu isoliren. Hat man eine Chorioidea vom Rinde mit der Olivenölmischung, oder besser noch mit der Ricinusölmischung imprägnirt, mit Ueberosmiumsäure behandelt und legt dieselbe dann so in Aqua Javelli, dass die Innenseite derselben nach oben zu liegen kommt, so kann man hier bald mit der Nadel Stücke von äusserst feinen spinngewebeartigen Netzen abziehen, die unter das Mikroskop gebracht sich als isolirte Intercellularsubstanz des Chorioideaepithels erweisen. Hat man die Olivenölmischung benutzt, so besteht diese Intercellularsubstanz aus feinen zarten Balken mit beiderseitig geradliniger Begrenzung, nach Benutzung der Ricinusölmischung sind die Balken nicht so zart, und nicht geradlinig begrenzt, sondern bestehen aus dicht aneinandergereihten Varicositäten, die allerdings hie und da einen zarten Axenstrang erkennen lassen. Die Varicositäten scheinen mir ein Kunstproduct des Ricinusöls zu sein; sei es, dass dasselbe wegen seiner Zähigkeit und Dickflüssigkeit sich von der freien Fläche her in dieser Form an die lineare Intercellularsubstanz geheftet hat, sei es, dass es bei dem Uebertragen der Chorioidea aus der

Oelmischung in das Wasser während der sich hier vollziehenden Fixation vom Inneren der Chorioidea her zwischen die Zellen des Epithels in grösserer Menge gedrängt worden ist, und so die feinen geradlinigen Balken der Intercellularsubstanz verstärkt. Der freie Ueberblick über grössere Strecken der isolirten Intercellularsubstanz gestattet es leicht, sichere Zählungen der Seitenanzahl der von jener gebildeten polygonalen Formen vorzunehmen. Man sieht dann, dass allerdings die Pigmentzellen des Chorioideaepithels meist sechsseitige polygonale Figuren bilden, dass aber auch solche mit 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 bis 12 Seiten vorkommen, an die dann ebenso viele benachbarte Zellen grenzen. Die mit 12 Seiten sind etwa um ein Drittel des Durchmessers grösser als die gewöhnlichen sechsseitigen, und weil ihre Seiten wesentlich kürzer sind als bei diesen, so bietet der von ihnen umschlossene Raum mehr das Aussehen eines runden Loches. Um die kleineren Seiten des Zwölfecks herzustellen, verlängern sich die angrenzenden Zellen nach diesen hin, so dass hier ähnliche Bilder zu Stande kommen, wie die durch Silber erzeugten Endothelfiguren an der peritonealen Seite der die Cysterna lymphatica magna des Frosches von der Peritonealhöhle trennenden Membran.

Aehnliche Bilder, wie die Chorioidea des Rindes, giebt das Epithel der Cornea des Frosches. Nachdem wir hier mit der Olivenölmischung imprägnirt, mit Ueberosmiumsäure behandelt und mit Aqua Javelli corrodirt haben, sehen wir unter einer Masse anderer Formen, auf die wir demnächst zu sprechen kommen werden, auch Netze von polygonalen Figuren auftreten, welche die isolirte Intercellularsubstanz des vorderen Cornealepithels darstellen. Diese Netze sind entweder aus gleichmässig starken Bälkchen zusammengesetzt, oder aber mehrere werden von einem stärkeren Zuge der Intercellularsubstanz inselartig umschlossen. Da wo drei Zellen zusammenstossen, findet sich häufig eine Verbreiterung der Intercellularsubstanz, die, indem sie nach dieser oder jener Seite sich fortsetzt, meist eine unregelmässige sternförmige Form annimmt. Bei entzündeten Hornhäuten verbreitert sich die Intercellularsubstanz beträchtlich, und besonders jene sternförmigen Figuren nehmen an Breite und Ausdehnung zu.

Nachdem wir Nerv, Muskel, Knorpel, Epithel in ihrem Verhalten gegenüber der Fettimprägnation betrachtet haben, kommen

wir nun zur Besprechung des Bindegewebes. Von demselben lässt sich im Allgemeinen sagen, dass es um so bestimmtere Resultate liefert, je bestimmtere Formen es selbst hat. Das formlose, lockere Bindegewebe vermittelst der Fettimprägnation analysiren zu wollen, wäre ein Unternehmen, dem ich mich wenigstens nicht unterziehen würde. Andererseits liefert das Gewebe der Cornea für die Fettimprägnation und Corrosion ein vortreffliches Object und giebt vorzügliche Resultate. Zur Imprägnation wähle man meistens die Olivenölmischung, erst später, wenn man sich über deren Resultate orientirt hat, versuche man daneben die Mischung mit Ricinusöl.

Nachdem man die Cornea des Frosches frisch ausgeschnitten hat, legt man sie sogleich in die Olivenölmischung hinein und entfaltet sie hier durch Schütteln. Anfangs trübt sich das Gewebe durch die Einwirkung des Alkohols, dann hellt es sich allmählich wieder auf und wird, nachdem es von allen Bestandtheilen der Mischung durchdrungen ist, ziemlich transparent. Nach einem 5—8 tägigen Aufenthalt in der Mischung nimmt man die Cornea heraus und überträgt sie ohne Verzug in das Wasser, damit Aether und Alkohol an der Luft nicht verdunsten. Im Wasser wird sie tüchtig geschüttelt; man sieht sie dann bald opak weiss werden, und deutet dieses darauf hin, dass das Oel im Gewebe fixirt ist. Nach einigem Verweilen im Wasser überträgt man sie dann für 24 Stunden in die Ueberosmiumsäure von 1% und kann sie dann corrodiren. Weil man es hier mit sehr zarten Formen zu thun hat, so thut man gut das Eau de Javelle zu verdünnen; man kann je nach der Beschaffenheit des letzteren ein gleiches oder ein doppeltes Volumen oder mehr Wasser hinzusetzen. Ausser den schon beschriebenen Formen des Epithels findet man in dem Rückstand vor allem die verästelten und mit einander zusammenhängenden Figuren der Cornealkörperchen (Taf. XXI Fig. 1). Hat man gut corrodirt, so findet man dieselben auch rein isolirt in ihren zusammenhängenden Netzen vor; ist die Corrosion nicht vollendet, so bleiben noch Theile der Grundsubstanz als helle Residuen zurück. Die fibrilläre Grundsubstanz der Cornea wird demnach viel schneller zerstört; untersucht man sie ohne Corrosion auf Schnitten, so sieht man, dass sie relativ wenig Oel aufgenommen hat, während die Cornealkörperchen damit dicht gefüllt erscheinen. Also auch hier gilt das, was wir bei den Muskelfasern gesagt haben, dass nämlich

relativ geringe Unterschiede im Wassergehalt doch grosse Differenzen in der Fettaufnahme bewirken können, wenn andere Bedingungen, die Structurverhältnisse des Gewebes es begünstigen.

Die Hornhautkörperchen werden bekanntlich von den Einen für mit Lymphe gefüllte Hohlräume gehalten, die in die Grundsubstanz der Cornea eingegraben sind, und deren Lumina nur zum Theil von je einer Zelle eingenommen werden; andere glauben, dass diese communicirenden Höhlen von den Zellen und deren Ausläufern ganz ausgefüllt sind, und dass die Hornhautkörperchen demnach weiter nichts als die Zellen der Cornea selbst sind. Welche von beiden Ansichten die richtige ist, lässt sich durch die Imprägnation nicht erweisen. Denn, wie schon oben erwähnt ist, stehen mit Lymphe gefüllte Hohlräume und weiche protoplasmatische Substanzen in Bezug auf die Fettaufnahme bei der Imprägnation sehr nahe, und dürfte es daher gewagt erscheinen, aus der Grösse dieser Fettaufnahme und der daraus folgenden Möglichkeit der Isolation den Schluss zu ziehen, dass die Cornealkörperchen nicht ganz von den Zellen ausgefüllt sind.

Es kommt zuweilen vor, dass neben den Cornealkörperchen noch feine gewellte lineare Fettformen isolirt werden, welche mit einander parallel laufen, oder in doppelter Schicht angetroffen sich unter rechtem Winkel kreuzen: Es dürften die linearen Fettformen wohl der interfibrillären Kittsubstanz des Grundgewebes angehören; zum wenigsten lassen sie sich als Ausläufer der Cornealkörperchen nicht deuten, da ihr Auftreten ein selbstständiges ist, und sie keinen Zusammenhang mit diesen zeigen.

Will man dickere Hornhäute als die des Frosches imprägniren, z. B. die des Rindes, so thut man gut, nachdem man die oberflächlichen Schichten entfernt hat, von der frischen Cornea mit einem scharfen Rasirmesser dünne Scheiben abzutragen und in die Oelmischung zu legen; die Cornea schneidet sich am besten, wenn man den ganzen Bulbus in der Hand hält.

Die Mischung mit Ricinusöl bietet für die Cornea den Vortheil, dass sie wegen ihres stärkeren Oelgehalts auch stärkere Füllung der Körperchen bewirkt. Doch gelingt hier die reine Isolation schwerer, und muss jedenfalls für die Corrosion das unverdünnte Eau de Javelle und längere Corrosionszeit angewendet werden.

Will man auf die Corrosion verzichten, so kann man die Cornealkörperchen auch dadurch zur Anschauung bringen, dass man die Hornhaut in ein Gemisch von gleichen Theilen Alcohol und Alcannin bringt. Hat sie hier eine Zeit lang gelegen, so überträgt man sie in Wasser und fertigt Lamellen oder Schnitte an, welche die Cornealkörperchen dunkelroth gefärbt zeigen, während die Grundsubstanz heller ist. Man sieht hieraus, dass die Imprägnation mit fetten Stoffen auch als einfache Färbungsmethode verwerthbar ist, die insofern sich den gewöhnlichen Färbungen gegenüberstellt, als sie, wie schon oben erwähnt, nicht wie jene auf chemischer Attraction, sondern auf rein physikalischen Vorgängen beruht.

Von Interesse sind die Bilder, welche die entzündete Froschhornhaut durch die Fettimprägnation bietet. Man lege durch den Höllensteinstift einen centralen Reizungsheerd an und warte ein paar Tage ab, bis das übrige Gewebe der Hornhaut eine intensivere weissliche Trübung zeigt. Alsdann schneide man die Hornhaut aus und übertrage sie in die Olivenölmischung. Die Corrosion mit verdünntem Eau de Javelle setze man nur so lange fort, bis sich feine Lamellen der Hornhaut isoliren lassen. In diesen Lamellen sieht man dann die schwarzen Hornhautkörperchen innerhalb des hellen Grundgewebes nicht mehr als jene characteristisch sternförmigen Figuren, wie sie Tafel XXI Fig. 1 zeigt, sondern ihr Körper ist unförmlicher geworden, die Ausläufer haben ihre Continuität verloren und sind in rundliche Stücke zerfallen, die durch ihre Lagerung sich als ehemalige Ausläufer characterisiren; man erkennt die sternförmigen Figuren der Hornhautkörperchen bestimmt wieder, sieht aber, dass dieselben, insbesondere ihre Ausläufer einem entschiedenen Zerfall anheim gefallen sind. Die Bilder, welche durch die Fettimprägnation erzeugt worden sind, liefern beim Vergleich der normalen und gereizten Hornhaut den entschiedenen und sehr objectiven Beweis, dass durch die Reizung die Cornealkörperchen wesentliche Veränderungen eingehen.

Zu den interessantesten Ergebnissen der Oelimprägnation gehört die Darstellung von Lymphcapillarnetzen in der Chorioidea. Während es bisher nicht gelungen ist, in derselben auf irgend eine Weise Lymphcapillaren nachzuweisen, gelingt dieser

Nachweis durch die Oelimprägnation leicht und sicher (Taf. XXIII Figur 3). Ich hatte einmal, nachdem ich die Chorioidea eines Rindes mit der Olivenölmischung imprägnirt, mit Ueberosmiumsäure behandelt und mit Aqua Javelli corrodirt hatte, in dem nach der Corrosion bleibenden Rückstande neben einer Unmasse unregelmässiger Fettformen, die zum grössten Theil den vasa vorticosa, zum anderen Theil den Spalten des Gewebes angehörten und in ihrer Unregelmässigkeit und ihrem wirren Durcheinander weiter kein Interesse boten, auch grössere zusammenhängende Netze von regelmässigen Fettformen gefunden, die schon auf den ersten Blick das Bild von injicirten Lymphcapillaren boten. Lange Zeit wollte es mir nicht gelingen, diese Formen nochmals darzustellen, viel weniger ihre Beziehung und ihr Verhältniss zum übrigen Gewebe klar zu legen; hieran mag wohl zum Theil die wechselnde Füllung jener Lymphcapillaren vor der Imprägnation Schuld gewesen sein, anderentheils reichte wohl der Procentgehalt der Olivenölmischung nicht hin, um solche Bilder der Lymphcapillaren zu erhalten, dass dieselben sich nach der Corrosion als zusammenhängende Netze präsentirten. Dieses gelang leicht und constant, als ich die im Procentgehalt des Oeles viel höher stehende Mischung mit Ricinusöl anwandte. Zwei Volumina Ricinusöl auf ein Volumen Alkohol sind genügend, um solche Präparate zu erhalten, dass auch die feineren Anastomosen der Lymphcapillaren der Chorioidea in Zusammenhang bleiben. Um die Chorioidea des Rindes zu imprägniren, schneide ich zunächst mit einem scharfen Messer den Bulbus hinter der Gegend des Corpus ciliare ein und trenne mit einer Scheere ringsum Cornea, Linse und Corpus ciliare ab. Dann entferne ich den Glaskörper und schneide von vorn nach hinten den Bulbus in zwei gleiche Theile. Die Retina wird mit einem Wasserstrahl abgespült und dann die Chorioidea mit feiner Pincette und Scheere von der Sclera vorsichtig getrennt. Die beiden Theile der Chorioidea kommen dann in die Ricinusölmischung und werden darin durch Schütteln möglichst entfaltet. Nach einem etwa 8tägigen Aufenthalte wird die Chorioidea in Wasser übertragen und nachdem das Oel hier fixirt und die anhaftenden Oeltheile abgespült sind, mit Ueberosmiumsäure behandelt. Corrodirt man jetzt mit unverdünntem kräftig wirkendem Eau de Javelle möglichst rein und intensiv, dann findet man fast immer in dem zerfallenden Gewebe zusammenhängende Netze, wie sie Figur 3 Tafel XXIII zeigt, die oft ihren Zusammenhang in grosser Ausdehnung

bewahren. Haben wir uns so von dem Vorhandensein dieser Netze vergewissert, dann können wir auch daran gehen, diese Netze auf Schnitten im Gewebe vor der Corrosion aufzusuchen. Es gelingt dies wegen ihrer günstigen Lagerung sehr leicht. Wir brauchen nur von der Innenfläche einen dünnen Schnitt anzufertigen, dann sehen wir unterhalb des Chorioidealepithels diese Fettformen liegen; unter diesen letzteren wiederum sehen wir die Fasern des Tapets sich ausbreiten, welche trotz der Fettosmiumbehandlung ziemlich farblos bleiben. Zuweilen sind auch gleichzeitig kleine Andeutungen der Choriocapillaris imprägnirt. Vergleicht man solche Stellen sorgfältig auf Flächen und Querschnitten, dann kommt man zu der Ueberzeugung, dass jene Lymphcapillarnetze ausserhalb der Choriocapillaris dicht im Anschluss an dieselbe und parallel zu dieser verlaufen. Die Maschen beider Capillarschichten verhalten sich ihrer Grösse nach zu einander so, dass von der Choriocapillaris, die man beim Rinde ziemlich bequem von der Arteria ophthalmica aus injiciren kann, eine ganze Anzahl von Maschen auf eine Masche des Lymphcapillarnetzes kommt. In den anderen Theilen der Chorioidea finden sich derartige Netze nicht vor, hier liefern, wie schon oben erwähnt, vasa vorticosa und Gewebslücken ein Gewirr von unverwerthbaren Fettformen.

Wir haben von vornherein angenommen, dass diese Maschennetze, wie sie Figur 3 Tafel XXIII darstellt, Lymphcapillaren seien, und wurden dazu zunächst durch die äusserst characteristische Form dieser Netze veranlasst. Wir können uns auch direct überzeugen, dass jene Netze factisch durch Hohlräume gebildet werden. Wenn man nach der Imprägnation vor der Behandlung mit Ueberosmiumsäure sich einen dünnen Schnitt von der Innenfläche der Chorioidea anfertigt und eine günstige Stelle trifft, an der das Epithel weniger pigmenthaltig, das Bild ein ziemlich durchsichtiges und die Oelfüllung der Netze eine ziemlich beträchtliche ist, dann kann man sehen, dass jene Netze nur von reinem Oel erfüllt werden, dem keine anderen Bestandtheile zugemischt sind. Wir haben es hier also factisch mit Hohlräumen zu thun, und was könnten diese communicirenden Hohlräume in dieser Form, dieser Lagerung und in diesem Maassstabe wohl anders darstellen, als Netze von Lymphcapillaren!

Ausser im Anschluss an die Choriocapillaris finden sich diese Lymphcapillarnetze in der Chorioidea des Rindes sonst nicht. Wir können uns davon durch Schnitte überzeugen oder auch so, dass

wir die innerste Schicht der Chorioidea abtragen und das Uebrige corrodiren. Auf beide Arten finden wir, dass in der Chorioidea nur eine einfache Lage von Lymphcapillaren vorhanden ist, welche aussen von der Choriocapillaris liegt und sich dicht an dieselbe anschliesst.

Dieses Lymphcapillarnetz bei der Chorioidea anderer Thiere darzustellen, habe ich mich bisher wenig bemüht; doch scheint diese Darstellung da, wo ein Tapet nicht vorhanden ist, schwieriger zu sein, wahrscheinlich weil das starre Tapet das auf ihm ruhende Lymphcapillarnetz bei der Präparation und den anderen Insulten besser in seiner natürlichen Lage und Füllung erhält; doch ist es mir an der Chorioidea des Schweines gelungen, ähnliche Bilder zu erhalten, wie an der Chorioidea des Rindes.

Hat man sich erst mit den Chancen vertraut gemacht, welche die Imprägnation der Chorioidea des Rindes bietet, dann wird man, um schnell und sicher gute Präparate zu bekommen, nicht erst grosse Stücke der Chorioidea corrodiren, um sich aus der Unmasse der zurückbleibenden schwarzen Fettformen das geeignete herauszusuchen, sondern man wird besser thun, sich mit dem Rasirmesser von der Innenfläche der Chorioidea beliebig grosse Theile abzutragen, sich erst mit einem Blick zu überzeugen, dass an der Stelle wirklich genügende Füllung des Lymphcapillarnetzes vorhanden ist, dann gründlich zu corrodiren und nicht eher in Glycerin zu übertragen, bis die betreffenden Formen vollständig rein zu Tage getreten sind; man kann dies bei Benutzung der kleinen Glasschälchen zur Corrosion leicht unter dem Mikroskop verfolgen. Nicht jede Stelle der Chorioidea wird gleich schöne Resultate liefern; besonders wo dieselbe in der Oelmischung Falten und Biegungen gemacht hat, werden wir kaum genügende Oelfüllung erwarten können; im übrigen aber wird es keine Schwierigkeiten haben, gute Bilder zu erhalten, wenn man in der angegebenen Weise verfährt.

Die feinsten Einstichscanülen erweisen sich diesen Verhältnissen gegenüber als zu roh; die Imprägnation macht dieselben überflüssig, bei ihr bedürfen wir keiner besondern Operationsgeschicklichkeit, sondern wir brauchen nur aus einer Flüssigkeit in die andere zu übertragen, um unseren Zweck zu erreichen.

Ein ähnliches Object wie die Chorioidea bietet für die Imprägnation die Retina. Auch hier haben wir es mit einer dünnen Membran zu thun, die der Untersuchung, insbesondere auch der

ihrer Lymphgefässe grosse Schwierigkeiten entgegenstellt. Vermittelst des directen Einstiches ist auch hier nichts zu erreichen. Doch ist es durch Injection vom Opticus aus gelungen, die Injectionsmasse in die Retina hineinzutreiben, und hat man daraus den Schluss gemacht, dass in der Retina Lymphgefässe existiren, die ihren Abfluss nach dem Opticus hin haben. Nähere Angaben zu machen, war man nicht im Stande. Hier bietet die Imprägnation und Corrosion wieder eine willkommene Hilfe.

Um die Retina des Rindes mit Oel zu imprägniren, wird in derselben Weise präparirt, wie es bei der Chorioidea angegeben ist. Man lässt die Retina, nachdem man sie mit einem Wasserstrahl abgelöst hat, in die Mischung von Olivenöl gleiten und entfaltet sie hier durch vorsichtiges Schütteln. Nachdem man corrodirt hat, fallen in den Rückständen insbesondere Netze von Fettformen auf, wie sie Figur 1 Tafel XXIII darstellt. Dieselben sind reichlich vertreten; ihre Lumina sind cylindrisch, ihre Maschen sind gestreckt und von grosser Regelmässigkeit. Die compacten Fettmassen und ihre gleichmässige, intensive Färbung deuten darauf hin, dass wir es auch hier mit Hohlräumen zu thun haben. Untersuchen wir die Retina vor der Corrosion auf Schnitten, so finden wir dieselben Formen zwischen dem Zuge der Nervenfaserschicht, indem sie die Spalten derselben ausfüllen. Es ist dieses derselbe Ort, wohin man vom Opticus die Injectionsmassen getrieben hat. Wir glauben daraus mit Recht schliessen zu können, dass diese isolirten Netze Lymphcapillaren der Retina vorstellen.

Ausser diesen regelmässig gestreckten Formen, finden sich noch Netze von solchen, welche nicht gestreckt sind, sondern die ein krauses unregelmässiges Aussehen darbieten. Die Lumina sind in diesen Fällen dann auch nicht gleichmässig cylindrisch, sondern zeigen Ausbuchtungen. Dabei wechselt das Lumen dieser krausen Formen seiner Grösse nach sehr bedeutend. Es kommen derartige Netze vor, deren Lumina das der gestreckten Formen wesentlich übertrifft, dann auch solche, die dem Lumen der gestreckten fast gleich stehen; die meisten krausen Formen sind jedoch im Lumen wesentlich kleiner. Die grösseren Arten der krausen Netze gehören ebenfalls der Nervenfaserschicht an; sie können die gestreckten Formen ersetzen, oder aber im dichten Anschluss an dieselben neben diesen nach aussen zu, das heisst nach der Stäbchenschicht zu, in der Nervenfaserschicht vorhanden sein. Leider ist die Untersuchung einer mit Oel imprägnirten und mit Ueber-

osmiumsäure behandelten Retina auf Schnitten sehr schwierig, so dass man sich über dieses letztere Verhältniss nur schwer klar wird. Auch die Corrosion giebt uns, wenn sie uns auch diese verschiedenen Netze ihrer Form nach aufs Klarste vors Auge stellt, doch keinen Einblick in die gegenseitige Lage derselben, da sie uns dieselben nur isolirt vorführt.

Die feinsten Formen jener krausen Netze haben, wie sich an Flächen- und Querschnitten erkennen lässt, einen ganz anderen Standort, als alle übrigen; sie finden sich in der Mitte der Retina ausgebreitet und nehmen hier, wie es Querschnitte lehren, diejenige Lage ein, die man die Zwischenkörnerschicht, Membrana fenestrata genannt hat. Man sieht an den Schnitten, besonders den Querschnitten, die man von einer mit Oel imprägnirten und mit Ueberosmiumsäure behandelten Retina macht, dass das Gewebe der Retina selbst sehr wenig Fett aufnimmt; dasselbe bleibt hell und ist nur gelblich gefärbt. Dagegen stechen die durch Eau de Javelle isolirbaren Fettformen in der Nervenfaserschicht und Zwischenkörnerschicht als zwei parallel verlaufende schwarze Streifen scharf ab. Wie diese feinsten krausen Netze von Osmiumfett, welche der Zwischenkörnerschicht angehören, zu deuten sind, ist schwer zu sagen, doch ist es nicht unmöglich, dass auch sie feinste Lymphgefässe darstellen. Communikationen mit den in der Nervenfaserschicht vorhandenen groben Netzen sind, wenn auch spärlich, vorhanden.

Die Retina ist für die Imprägnation und Corrosion ein leicht zu behandelndes Object; und nicht nur die des Rindes, sondern auch der anderen Thiere und des Menschen. Figur 2 Tafel XXIII giebt uns ein Bild aus der Retina des Menschen. Auch hier haben wir ähnlich gestreckte Formen, nur sehen wir dieselben häufiger in kleine Stämmchen zusammenfliessen; derartige Stämmchen lassen sich aus der Retina des Rindes ebenfalls darstellen, doch sind sie hier seltener als beim Menschen.

Wir sind nun zum Schluss unserer Auseinandersetzungen gelangt, und hoffe ich meiner Absicht gemäss den Beweis geliefert zu haben, dass die Corrosion eine für die mikroskopische Anatomie sehr wohl verwerthbare Untersuchungsmethode ist. Wenn auch in manchen Punkten vielleicht weitere Auseinandersetzungen wünschenswerth gewesen wären, so bemerke ich hier nochmals, was ich schon im Anfange gesagt habe, dass es nicht in meiner Absicht gelegen hat, anatomisch abgeschlossene Resultate zu liefern. Die

Erprobung der Corrosion in den verschiedensten Gebieten der mikroskopischen Anatomie erforderte Zeit und Mühe genug; sie hat diese Probe bestanden und gebe ich mich daher mit diesem Resultat vorläufig zufrieden. Dass die Corrosion noch in vielen andern Punkten der mikroskopischen Anatomie nützlich und zur Aufklärung dienlich werden kann, davon bin ich überzeugt, und hoffe ich deshalb, dass sich die Corrosion auch in der Zukunft für die mikroskopische Anatomie bewähren wird.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXI.

Fig. 1. Cornealkörperchen vom Frosch. Imprägnation mit der Olivenölmischung, Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 200. Präparat 145. Nach einer Photographie.

Fig. 2. Niere vom Kaninchen. Injection der Art. renalis mit Olivenöl. Gefroren, Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 100. Präparat 212. Man sieht die stärkere Vene, in Begleitung die dünnere Arterie, an deren Aesten die Glomeruli, worunter einer ganz mit Osmiumfett gefüllt ist; die Vas. efferentia sehen wir in die Capillaren übergehen.

Fig. 3. Lymphgefässe von der Oberfläche des Stirnbeins des Kaninchens. Injection der Carotis mit Olivenöl. Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 136. Präparat 141. Die Zeichnung ist vom Rande des Präparates entnommen.

Fig. 4. Irisgefäss der Schildkröte. Injection der Aorta mit Olivenöl, Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 10. Präparat 203. Der Iriskranz ist vollständig, nur durch die Präparation auseinander gerissen. Nach einer Photographie.

Tafel XXII.

Fig. 1. Choriocapillaris vom Frosch. Injection der Aorta mit Olivenöl; Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 23. Präparat 187. Nach einer Photographie.

Fig. 2. Aeussere venöse Gefässschicht der Chorioidea vom Frosch. Injection der Aorta mit Olivenöl; Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 23. Präparat 187. Beide Theile gehören auf einander; die Arterie in Fig. 1 füllte die Lücke in Fig. 2 aus. Nach einer Photographie.

Fig. 3. Lymphgefässe der innern Haut des Unterschenkels vom Frosch, durch Injection der Blutgefässe dargestellt. Vergrösserung 50. Präp. 157.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Lymphgefässe der Retina des Rindes. Imprägnation mit der Olivenölmischung; Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 95. Präparat 15. Nach einer Photographie.

Fig. 2. Lymphgefässe der Retina des Menschen. Imprägnation mit der Olivenölmischung; Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 75. Präparat 102. Nach einer Photographie.

Fig. 3. Lymphgefässe der Chorioidea des Rindes. Imprägnation mit der Ricinusölmischung; Ueberosmiumsäure, Aqua Javelli. Vergrösserung 40. Präparat 252.

Zur Entwicklungsgeschichte der Säugethierniere.

Von

Dr. **Ludwig Löwe**

in Berlin.

Hierzu Taf. XXIV und 2 Holzschnitte.

Alle Autoren stimmen darin überein, dass die Niere in einem sehr frühen Stadium aus einer Anzahl von bläschenförmigen Kölbchen (Fig. 1 k) bestehe, welche durch eine ziemlich reichliche Menge embryonalen Bindegewebes (Fig. 1 b) zusammengehalten werden. In Letzterem finden sich dicht an der Peripherie der Kölbchen einzelne Haufen von Rundzellen (Fig. 1 h), die sich durch ihre Dunkelheit von den übrigen Schleimgewebszellen unterscheiden.

Ueber die Deutung dieses Bildes schweben folgende Ansichten:

1) Johannes Müller [1]) hält die kolbenförmigen Enden für die Generatoren der Medullarsubstanz, die Corticalis solle erst später hinzutreten.

2) Rathke [2]) dagegen betrachtet sie als Generatoren der Corticalis und lässt die Medullaris in einer spätern Periode dadurch

sich bilden, dass sich diese Corticalis mit dem in separater Weise durch Ausbuchtung aus dem Ureter entstandenen Nierenbecken in Verbindung setzt.

3) Valentin[3]) wiederum sieht in den kolbenförmigen Hohlgängen die Anlage für Corticalis und Medullaris. Auch Waldeyer[4]) nimmt eine continuirliche Entwicklung sämmtlicher Epithelien der Niere aus den kolbenförmigen Hohlgängen an.

4) Kölliker[5]) endlich betrachtet sie nur als Nierenbecken und lässt die ganze übrige Niere erst später sich herausbilden.

Ebenso wie über die Deutung der Kölbchen, herrscht auch Zwiespalt über die Auslegung, die man den dunklen Zellenhaufen (Fig. 1 h) geben soll. Die meisten Autoren halten sie einzig und allein für die Anlage der Malpighi'schen Körperchen, und lassen sie bald vollständig in Letztere übergehen, indem sie auch deren Gefässe aus den soliden Zellenhaufen herleiten (Kölliker l. c.), bald lassen sie sie nur in den epithelialen Antheil der Glomeruli sich verwandeln, die Gefässe aber separat entstehen. (Remak[6]), Colberg[7]), Schweigger-Seidel[8]).)

Kupffer[9]) dagegen leitet aus ihnen, allerdings nicht mit Exclusivität, das gesammte System der Harnkanälchen, also tubuli contorti, recti, Henle'sche Schleifen und Schaltstücke her, während er die kolbenförmigen primären Ausbuchtungen (Fig. 1 k) mit Kölliker nur als Anlage des Nierenbeckens betrachtet.

Thayssen[10]) wiederum schliesst sich an Johannes Müller an, indem er jene erwähnten Ausbuchtungen zu Generatoren der Sammelröhren und der Henle'schen Schleifen werden lässt. Die Zellhaufen (Fig. 1 h) betrachtet Thayssen nur als die Anlage der Glomeruli und der tubuli contorti.

---

1) De gland. secern. struct. penit. Leipzig 1830.

2) Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere. Leipzig 1833, p. 97.

3) Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Berlin 1835, p. 411.

4) Mikroskopische Anatomie II. 2, p. 368.

5) Untersuchungen zur Entwicklung der Wirbelthiere. 1855, p. 121.

6) Centralblatt f. d. med. Wiss. 1863.

7) Die Nieren des Menschen und der Säugethiere. Halle 1865.

8) Arch. f. mikr. An. 1865.

9) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1873.

10) Eierstock und Ei. pag. 132.

Berichtigungen

zu dem Aufsatz:

Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen (W. Flemming).

Archiv f. mikr. Anat. Band XVI. pag. 302.

Seite	309:	Zeile	30	lies statt	2e : 2c.
„	310:	„	34	„ „	sein : das.
„	320:	„	1	„ „	uns : nur.
„	324:	„	14	„ „	c′ : c.
„	329:	„	7	„ „	15 : 13.
„	„ :	„	7	„ „	26 : 2b.
„	339:	Anm. 1)		„ „	4 : 1.
„	346:	Zeile	34	„ „	Protoplasma (2) : Paraplasma.
„	347:	„	5	„ „	pigmentartige : pigmenthaltige.
„	365:	„	25	„ „	16 : 1b.
„	370:	Abs. 2 Zeile 4:			lies statt Kern : Korn.
„	372:	Anm. 1)		lies statt	15 : 5.
„	377:	Anm. 2)		„ „	Taf. 2 : Taf. 16.
„	381:	Anm. 1)		„ „	e : l.
„	392:	Zeile	28	„ „	feiner : seiner.
„	421:	„	29	„ „	Kern : Stern.
„	433:	Fig.	6	„ „	deutlich. : deutliche.
„	„ :	„	2	Zeile 14	lies statt Phase 4 : Phase 3.
„	„ :	„	„	„ 19	„ „ Phase 5 : Phase 4.
„	434:	„	3. 4		„ „ Phase 3 : Phase 2.
„	436:	Taf. 18 Fig. 12 u. 14			„ „ 3c : 2c.

Toldt[1]) betrachtet in seiner vorzüglich durchgearbeiteten, alle Stadien umfassenden Nierenstudie die Zellenballen (Fig. 1 h) als solide Anhängsel der Nierenbeckenausbuchtungen. Toldt leitet sie also vom Epithel des Ureter ab. In Folge dieser Auffassung tritt Toldt für eine einheitliche in continuirlicher Art und Weise vor sich gehende Bildung des Epithels sämmtlicher Nierenkanälchen mit Einschluss der Bowman'schen Kapseln ein. Letztere hat Toldt direct aus dem Ende eines Harnkanals hervorgehen sehen. Das Blutgefässnetz des Glomerulus leitet Toldt von dem umgebenden Bindegewebe und dessen Gefässen her.

Riedel[2]), der neueste Autor, lässt die Corticalis in Form rundlicher Zellenmassen (Fig. 1 h) angelegt sein, die die Peripherie der kolbenförmigen Ausbuchtungen (Fig. 1 k) umgreifen. Letztere betrachtet R. als die Anlage der Sammelröhren. Nach einem bestimmten Zeitpunkt sammeln sich die die Corticalis-Anlage repräsentirenden Zellenmassen sowohl an der Peripherie als auch am Hilus der Niere. Die peripherische Zone schickt septumartige Stränge zwischen die einzelnen Sammelröhren hinein. Diese Stränge treten secundär in Verbindung mit den Sammelrohrausbuchtungen, und sehr bald erstreckt sich in sie eine Fortsetzung des Lumens Letzterer hinein. Durch einen eigenthümlichen Wachsthumsmodus erhalten die Zellstränge die Form eines doppelwandigen Löffels mit eingeknicktem Stiel. Aus der Löffelschaale gehen die beiden epithelialen Wandungen des Malpighi'schen Körperchens hervor, aus dem Ansatzstück des Löffelstiels werden die tubuli contorti, aus der ersten Knickung die beiden Schenkel der Henle'schen Schleife, und aus dem Verbindungspunkt mit dem Sammelrohr das Schaltstück. In welcher Weise die Gefässe des Glomerulus gebildet werden, lässt R. unentschieden. Sehr interessante Angaben macht R. ferner über das postembryonale Wachsthum der Säugethierniere. Danach entsteht das Nierenbecken des erwachsenen Thieres durch eine Dilatation eines Theils der embryonalen Sammelröhren. Die Nierenpapille des Embryo ist mithin nur zum Theil mit der des ausgebildeten Thieres identisch. Ferner macht R. auf das sehr späte Längerwerden

1) Untersuchungen über das Wachsthum der Niere des Menschen und der Säugethiere. Wiener Sitzungsberichte 1874.

2) Entwicklung der Säugethierniere. Untersuchungen aus dem anatomischen Institut zu Rostock 1874.

der Henle'schen Schleifen aufmerksam. Dieselben sind schon in einem sehr frühen Stadium gebildet, aber sie liegen noch in der Corticalis, erst nach der Geburt strecken sie sich papillarwärts bis in die Grenzschicht des Markes hinein. R. betont ferner, dass die Malpighi'schen Körperchen zuerst weit grössere Dimensionen besitzen, als später. R. glaubt, dass die grossen embryonalen Körperchen resorbirt werden.

Diese Verschiedenheit in der Grösse der Malpighi'schen Körperchen soll indessen nach einer neuerdings erschienenen Arbeit von C. Drasch[1]) noch bei Erwachsenen zu constatiren sein. Die der Pyramidensubstanz zunächst liegenden Knäuel sollen immer grösser sein als die peripherischen. Als D. einzelne Knäuel isolirte, und sie durch leichtes Hin- und Herschieben des Deckgläschens auszubreiten suchte, fiel ihm auf, dass von den kleinen der Nierenoberfläche nahegelegenen Gefässknäueln sich kernlose Hüllen losschälten, während von den grösseren sich immer kernhaltige Membranen abtrennten. Hierauf so wie auf die differente Anordnung der Gefässe der grossen und kleinen Knäuel, basirt D. die Behauptung, dass bei allen von ihm untersuchten Wirbelthieren zweierlei verschiedene Arten von Glomeruli existiren.

Somit ist von allen neueren Beobachtern — mit Ausnahme Waldeyer's und Toldt's — die diskrete Entstehung des Kapselepithels der Malpighi'schen Körperchen und der Corticaliskanälchen der Niere aus dem Zellenhaufen (Fig. 1 h), constatirt. Dadurch erlangt Letzterer eine besondere Bedeutung und es fragt sich, woher stammen diese mitten im Bindegewebe der Niere auftretenden Zellballen (Fig. 1, h), die der Rinde des harnbereitenden Organs zur Anlage dienen sollen? Hierauf geben die bisherigen Untersuchungen keine definitive Antwort. Doch machen es die Arbeiten von Braun[2]) und Fürbringer[3]) sehr wahrscheinlich, dass die Zellhaufen (Fig. 1 h) Abkömmlinge der zelligen Peritonealauskleidung sind, indem sie als s. g. Braun'sche Zellstränge sich vom Bauchfell her in die Substanz der Nierenanlage hinein begeben.

Ich gehe nunmehr zu meinen eignen Untersuchungen über.

---

1) Ueber das Vorkommen zweierlei verschiedener Gefässknäuel in der Niere. Wiener Sitzungsberichte 1878.

2) Sempers Arbeiten 1876.

3) Morph. Jahrbuch 1877.

Die Niere eines 5 mm langen Kaninchenembryos bietet auf dem Sagittalschnitt folgendes Bild dar (Fig. 1). In der Mitte sieht man das von oben nach unten (beim Kaninchen horizontal, beim Menschen vertical) herunterziehende Nierenbecken (n b), von dessen Enden sich nach beiden Seiten je ein langgestrecktes bläschenförmiges Kölbchen (k) zur Peripherie hin ausbreitet. Letzteres ist von einem mehrschichtigen nach dem Grunde zu dicker werdenden Epithel bekleidet, und wird peripherisch von einem auf dem Querschnitt halbmondförmigen, sich in Carmin dunkel färbenden Zellenhaufen (h) umgeben, welcher durch einen lichteren Zwischenraum (l) vom Grunde des Kölbchens getrennt ist. Den Grundstock der ganzen Niere bildet ein an Intercellularsubstanz nicht grade reiches embryonales Bindegewebe (b), in welches kleine Gefässe (g) eingebettet sind. Während in der ausgebildeten Niere das Bindegewebe gegenüber den Drüsencanälen fast verschwindet, ist im frühesten Embryonalstadium grade das Umgekehrte der Fall. Die Form der ganzen Niere ist dessenungeachtet in Fig. 1 bereits fast ganz dieselbe wie im fertigen Zustande. Schon in Fig. 1 zeigen die beiden Ränder der Niere auf dem Sagittalschnitt eine verschiedene Gestalt. Der vordere Rand (v R) ist halbkreisförmig nach vorn convex, während der hintere (h R) fast senkrecht von oben nach unten hinunterzieht. In der Nierenbeckenausbuchtung (n b) prägt sich zwar in Fig. 1 ein Unterschied zwischen vorderem und hinterem Rande noch nicht aus; doch wird ein solcher in den folgenden Figuren sehr bald evident in die Erscheinung treten, was mit der Entstehung des häutigen Pelvis renalis und der Nierenpapille zusammenhängt. Es möge deshalb hier schon darauf aufmerksam gemacht werden, dass der hintere Rand des Nierenbeckens (Fig. 1 nb) zwischen den Buchstaben α und β zur Ausbildung des häutigen Pelvis verwendet werden wird, während der vordere Rand zur Anlage der definitiven Nierenpapille dient. Was die Provenienz der einzelnen in Fig. 1 sichtbaren Theile der Niere anlangt, so ist das Nierenbecken mit den davon abgehenden Kölbchen offenbar eine Ausstülpung des Ureters, der seinerseits vom Wolff'schen Gange stammt. (Kupffer, Lieberkühn.)

In Bezug auf die Abstammung des Zellenhaufens h kann ich Braun (l. c.) nur beistimmen, der sie als Abkömmlinge des zelligen Peritonealbelags hinstellt, denn ich finde sie stets vom Grunde der Kölbchen durch den hellen Raum (l) getrennt, was nicht möglich wäre, wenn sie ebenfalls vom Ureter abstammten. Toldt's

Meinung, die Zellenballen h seien solide Anhängsel der Nierenbeckenausbuchtung, muss daher als irrthümlich bezeichnet werden.

In Fig. 2, einem 10 mm langen Kaninchenembryo entnommen, ist die im Centrum liegende Nierenbeckenhöhle (nb), entsprechend der Vergrösserung der ganzen Niere, ebenfalls grösser geworden. Es zeigt sich bereits eine Andeutung einer Sonderung in häutiges Nierenbecken (pl) und Nierenpapille (pap), indem auf letzterer das Epithel theilweise bedeutend verdickt ist. Das das häutige Nierenbecken (pl) unmittelbar umgebende Bindegewebe (ug) zeichnet sich durch seine Helligkeit aus. Darauf folgt eine etwas dunklere Schicht (d), die Anlage der glatten Muskulatur des Nierenbeckens. Somit sind jetzt schon alle definitiven Schichten des Pelvis renalis angelegt. In der Mitte zwischen Nierenbeckenhöhle (nb) und Peripherie der Niere zieht sich eine Gefässschicht (g) kreisförmig um die ganze Niere herum. Unmittelbar nach aussen davon liegt eine an Drüsencanälen reiche Zone. Letztere sind die Derivate der Kölbchen (Fig. 1 k) und deshalb in Fig. 2 mit demselben Buchstaben belegt; sie sind durch dunkles Epithel ausgezeichnet. Neben und zwischen ihnen liegen die Abkömmlinge der Zellenhaufen (h), durch ihre Helligkeit von ersteren unterschieden. Die Kölbchen (k) sind gegen Fig. 1 bedeutend an Zahl vermehrt und meistentheils dichotomisch getheilt, so dass sie auf dem Sagittalschnitt winklig geknickten kurzen Schläuchen ähneln. Ihr Epithel ist noch an manchen Punkten, namentlich an den Ecken mehrschichtig. Alle bis jetzt beschriebenen Parthien der Niere (Fig. 2) werden von einer dichten Zone Bindegewebes (b′) umgeben.

Der Sagittalschnitt Fig. 2 weicht in einer nicht unwesentlichen Beziehung von der sonst vortrefflichen Schilderung ab, die Riedel (l. c.) von einem ähnlichen Stadium der Niere giebt. Riedel nämlich hält (siehe oben Seite 509) die beiden in Fig. 2 bezeichneten Zonen verdichteten Grundgewebes (b′ und d) ebenfalls für Derivate der Zellenhaufen h.

Fig. 3 stellt einen Sagittalschnitt durch die Niere eines 20 mm langen Kaninchenembryo dar. Das von dem Punkte α bis zu dem Punkte β sich erstreckende häutige Nierenbecken (pl) zeigt wieder dieselben 3 Schichten wie in Fig. 2, nämlich: 1) das Epithel e (die lichte darunter liegende Zone (hug) gehört noch zu letzterem; die Helligkeit wird durch die kernlosen Basen der Epithelzellenleiber hervorgebracht). 2) Das Bindegewebsstroma ug. 3) Die Muskelschicht d. Die der Pelvis (pl) gegenüber liegende Papille (pap) zeigt

schon eine Anzahl ductus papillares (d p), die sich aus den Stielen der Kölbchen (Fig. 1 k) heraus entwickelt haben. Letztere lassen in Fig. 3 theilweise einen weiteren Fortschritt in der Ausbildung erkennen; theilweise befinden sie sich noch auf der Stufe der Fig. 1 und Fig. 2. Verfolgt man z. B. den grade in der Verlängerung der Nierenbeckenhöhle (n b) gelegenen Ductus bis zu dem Kölbchen k, so hat letzteres noch fast ganz denselben Character wie in Fig. 1. Der den Grund des Kölbchens k halbmondförmig umgreifende und von ihm durch einen hellen Raum l getrennte Zellenhaufen h zeigt aber bereits linkerseits an seinem untern Ende eine rundliche Anschwellung (y). Dieselbe entspricht einem sogenannten Colberg'schen Pseudoglomerulus. Eine homologe Anschwellung findet sich auch rechterseits y'. Letztere hat sich schon ganz von dem übrigen Zellenhaufen getrennt und ist in unmittelbare Nähe ihres Ductus papillaris (d. h. der Nierenbeckenhöhle) gelangt.

Das zunächst nach links gelegene Kölbchen (k') findet sich (Fig. 3), ebenso wie der zugehörige Zellenhaufen (h') und der lichte Raum (l') in dem Momente der Zweitheilung. Auch beginnt bereits der Zellenhaufen (h') an seinen beiden untersten Enden sich zur Bildung je eines Colberg'schen Pseudoglomerulus etwas zu verdicken.

Geht man von dem Kölbchen (k) nach rechts zu dem Kölbchen (k^2), so sieht man die Zweitheilung bedeutend weiter vorgeschritten. Der linke Schenkel des Kölbchens (k^2) ist an seinem Ende mit mannigfaltigen kleinen Ausbuchtungen besetzt. Sie treten bei der schwachen Vergrösserung der Fig. 3 nicht deutlich hervor und sind deshalb in Fig. 4 separat bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet und mit den Buchstaben ab belegt worden.

Was ist aus dem Zellenhaufen geworden, der doch nach Analogie der Fig. 1 und Fig. 2 früher auch zu dem Kölbchen k^2 gehört haben muss. Ich finde Andeutungen davon in zwei im umgebenden Parenchym gelegenen Verdunkelungen der Substanz h^2 (Fig. 3 und Fig. 4).

Aus Fig. 4 geht hervor, dass da die Anlage der Sammelröhren (k^2) in unmittelbarer Verbindung mit den Anlagen der Schaltstücke steht — als solche sind offenbar die Hohlknospen (a b) zu betrachten — letztere auf Ausbuchtungen ersterer, nicht aber auf Derivate der Zellenhaufen zurückzuführen sind, wie dies Riedel irrthümlicher Weise angiebt. Freilich kann man gegen diese Deutung immer noch einwenden, dass früher möglicherweise die Schaltstücke (a b Fig. 3 und Fig. 4) sich in demselben

Zustande befunden haben, in dem jetzt noch die Zellenhaufen (h^2) verharren; doch müsste sich in diesem Falle immer ein Zwischenstadium beobachten lassen. Ein Solches zu finden ist nicht möglich gewesen. Ausserdem haben die Zellenhaufen (Fig. 1 h) eine ganz andere Bedeutung, wie sich sogleich ergeben wird.

Von dem Stiele des Kölbchens (Fig. 3 k^2) geht an seinem innersten Ende ein Querast (q) nach rechts hin ab. Die Sammelröhren vermehren sich mithin durch seitliche dicht, an ihrem Papillarende abgehende Sprossen.

Nun folgt in Fig. 3 nach rechts ein kurzer und schwach gewundener Canal (t c). Unmittelbar daneben liegt dicht am Nierenbecken ein Zellenhaufen (g l). Fig. 5 giebt ein Abbild desselben bei Immersion. Man sieht eine kuglige Masse in Carmin sich schön roth färbender Rundzellen (h). Zwischen ihnen liegen einzelne netzartig aneinander gefügte rothe Blutkörperchen (b l). Ein Vergleich der Lagerung des Zellenhaufens (Fig. 3 g l) mit den Verdunkelungen (Fig. 3 y, y' h^2) lässt erkennen, dass ersterer letzteren entspricht, mithin von den Zellenhaufen (h Fig. 1 und Fig. 2) abstammt, und offenbar eine weitere Entwickelung jener oben beschriebenen Verdickungen (Fig. 3 y) der sogenannten Colberg'schen Pseudoglomeruli vorstellt. Zwischen letzteren und dem Zellenhaufen (Fig. 5 g l) besteht nur der Unterschied, dass die Verdickungen y noch der Blutkörperchen entbehren.

Welche Bedeutung haben die vaskularisirten Haufen (Fig. 3 g l und Fig. 5)? Ihr ganzer Habitus spricht unzweideutig dafür, dass sie die ersten Glomeruli sind. Dieselben besitzen aber noch nicht vollständig den Character der erwachsenen Niere, denn es fehlt ihnen noch jede Andeutung der Bowman'schen Kapsel. **Folglich müssen die Derivate des Zellenhaufens (Fig. 1 h) oder mit andern Worten die Abkömmlinge der Braun'schen Zellstränge — mit den Endothelien der Capillaren des Malpighi'schen Körperchens identisch sein.** So erklärt sich die Thatsache, dass die Zellstränge (Fig. 1 h) von der zelligen Peritoneal-Auskleidung abstammen. Dieser complicirte Weg wurde gewählt um vom Peritoneum her die Endothelbekleidung der Gefässe der Malpighi'schen Knäuel zu gewinnen. Aus dem oben Gesagten geht ferner hervor, dass **sämmtliche Abschnitte der Harncanälchen (mit Einschluss des etwaigen (siehe unten) Epithels der Bowman'schen Kapseln) aus den primären Ureter-Verzweigungen (Fig. 1 k) abstammen müssen.** (Valentin, Waldeyer, Toldt.)

Bis jetzt ist noch nicht erwähnt, welcher Quelle der 3. Be-

standtheil jedes Glomerulus, nämlich die Membrana propria ihre Entstehung verdankt. Dieselbe ist ebenfalls ein Derivat der Braun'schen Zellstränge, wie später auseinander gesetzt werden wird. Eine Communikation des ersten Glomerulus (Fig. 3 gl) mit dem daneben gelegenen Gefässe (g') liess sich nicht entdecken. Dicht an dem ersten Glomerulus (gl) stösst der Anfang des Ureters (Fig. 3 nb). Weiter nach rechts gelangt man auf einen gewundenen Canal (gw), der sich fast in der ganzen Breite der Niere durch letztere hindurch zieht und sich characteristisch von den Tubuli recti durch seine leichten Schlängelungen und sein helleres Epithel unterscheidet. Folglich kann der Gang (gw) nur die Anlage eines Abschnittes des sekretorischen Canalsystemes — sei es eines Tubulus contortus, sei es eines Schenkels einer Henle'schen Schleife bedeuten. Das Vorkommen eines sekretorischen Canälchens (Fig. 3 gw) dicht am Nierenbecken kann nicht überraschen, da ja auch die ersten Malpighi'schen Knäuel (Fig. 3 gl) an derselben Stelle gelegen sind.

Das nun folgende Stadium (Fig. 6) ist einem Kaninchenembryo von 5 cm Körperlänge entnommen. Es hat sich jetzt eine deutliche Papille pap herausgebildet. Ihr gegenüber liegt zwischen den Punkten α und β das häutige Nierenbecken (pl). An Letzterem erkennt man wieder die charakteristischen 3 Schichten, 1) das Epithel e, 2) die darunter befindliche Bindegewebsschicht (ug), 3) die Muskulatur (d). Während in Fig. 3 die Epithelzellen des Pelvis renalis noch in Nichts von denen der Papille verschieden waren, sind in Fig. 6 letztere durch Helligkeit, erstere durch Dunkelheit ausgezeichnet. Fig. 7 giebt ein Abbild der Zellen des Nierenbeckenepithels, die in der Regel zu zweien bis dreien über einander liegen, während Fig. 8 pap und Fig. 9 pap das Papillarepithel darstellen. Letzteres besteht aus ganz grossen blassen Zellen, deren Kerne nur einen kleinen Theil des Zellvolumens ausmachen; die Ureter-Epithelien dagegen sind weit niedriger, ihr Kern ist daher relativ viel grösser, die Zellen deshalb im Ganzen weit dunkler.

Verfolgt man mit Hilfe der Figuren 1, 2, 3 und 6 den Process der Sonderung der Ränder der Nierenbeckenhöhle einerseits in Pelvis, andererseits in Papilla renalis, so sieht man, dass die hintere Wand des cavum renale auf einer längeren Strecke — nämlich zwischen den Punkten α und β — fast durch das ganze embryonale Leben hindurch unverändert bleibt. Nur sinkt sie ungefähr in der Mitte der Strecke $\alpha\beta$ am Punkte γ Fig. 6 etwas ein. Hierdurch und durch die histologische Differenzirung von Bindegewebe und Muskulatur in ihrer

Wandung gewinnt der hintere Rand der Nierenbeckenhöhle den Character der Pelvis. Der ursprünglich in Fig. 1 und Fig. 2 ganz gleich beschaffene vordere Rand wird dagegen durch 2 Momente zur Papille: 1) dadurch, dass er sich in Fig. 6 an dem mit p a p bezeichneten Punkte der Einsenkung p gegenüber etwas nach hinten in die Nierenbeckenhöhle hinein vorwölbt, 2) dadurch, dass sich nach der vorderen, obern und untern Nierenperipherie hin die Ductus papillares entwickeln, während der hintere Rand davon ganz frei bleibt. Durch letzteren Umstand wird auch bewirkt, dass die ursprünglich Fig. 1 vorn und hinten gleich dicke Niere auf dem Sagittalschnitt Fig. 6 an ihrer vorderen Hälfte weit dicker ist als an ihrer hinteren.

In der embryonalen Niere Fig. 6 tritt zum 1. Male ein Unterschied zwischen Mark (m) und Rinde (r) auf. Letztere ist aus den Derivaten der Kölbchen (Fig. 6 k) und der Zellenhaufen (Fig. 6 h) zusammengesetzt und zeichnet sich durch Dunkelheit aus. Ersteres zerfällt wiederum in 2 Abschnitte. Der innere liegt dicht an der Papille, er birgt die Ductus papillares (d p) und entspricht der späteren Malpighi'schen Pyramide. Ich kann die Angabe Riedel's nicht bestätigen, wonach diese Zone post partum zum Nierenbecken einbezogen werde. Es ist das gar nicht möglich, denn nur durch die Persistenz der Zone (p) lässt sich die spätere Gestalt der Papille erklären. In der Zone (p) liegt zwischen den Ductus papillares noch relativ viel Bindegewebe. Der äussere Abschnitt des Markes liegt zwischen Pyramidenschicht (p) und Rinde (r) im mittleren Drittel der Nierenbreite. Er enthält die eigentlichen sekretorischen Canäle (Fig. 6 n e). Mithin ist das embryonale Mark (Fig. 6 m) nicht durchaus mit der gleichen Bildung beim fertigen Thiere identisch. Im Gegentheil liegt der ganze äussere Theil des Markes (Fig. 6) (nämlich die sekretorischen Canäle) beim Erwachsenen (mit Ausnahme der Henle'schen Schleifen) in der Rinde.

Diese Lokomotion geht folgendermassen von Statten. Vom Nierenbecken aus erstrecken sich die Ductus papillares (Fig. 6 d p) gradlinig in die Substanz der Niere hinein bis zu den an der Peripherie gelegenen entweder noch einfachen oder bereits dichotomisch getheilten Derivaten der Kölbchen (k Fig. 6). Sie erleiden dabei ungefähr in der Mitte ihres Verlaufes eine Modifikation ihres Epithels, wie dies in Figur 8 bei starker Vergrösserung wiedergegeben ist. In dieser Fig. bedeutet p a p ein Stück der Nierenpapille. Dicht an derselben ist das Epithel des Sammelrohrs (Fig. 8 s r) noch relativ

hoch und hellglänzend. An der ersten Theilungsstelle 1 t (die Theilung selbst ist auf Fig. 8 nicht markirt) wird das bereits bedeutend niedriger gewordene Epithel plötzlich auffallend dunkel. Diese Beschaffenheit behält es bis zum Punkte k, der dem Grunde des Sammelrohres oder der sogenannten Arkade der Harnkanälchen entspricht. Hier biegt das Sammelrohr um und wird zum Schaltstück a b. Als solches zieht es bald auf eine längere, bald auf eine kürzere Strecke rückläufig gegen die Papille nach innen, überschreitet aber in seiner retrograden Bewegung nie die Höhe der ersten Theilungsstelle 1 t. Dabei ist im Schaltstück von der Umbiegungsstelle k angefangen das Epithel wieder etwas heller als in der Strecke zwischen 1 t und k. Meistens endet das Schaltstück blind wie in Fig. 8. Manchmal, allerdings nie mit absoluter Sicherheit, hatten die Präparate den Anschein, als wenn an dieses blinde Ende sich noch ein anderes Canalsystem ansetze. Letzteres charakterisirt sich sofort dadurch, dass es in seiner Lichtung Sekret in Form einer krümlichen Masse birgt. Während die Sammelröhren und die Schaltstücke absolut frei von jeder Ausfüllungsmasse sind und deshalb eine ganz enge Lichtung haben, fallen diese sekretorischen Canäle sofort durch die Weite ihres Lumens auf. Wollte man sie in Fig. 8, wo sie nicht gezeichnet sind, eintragen, so müsste man sie ihrer relativen Lagerung nach in die Strecke zwischen den Punkten a b und s r einzeichnen.

Es ist nicht ohne Interesse auf einem Flächenschnitt durch die embryonale Niere des Stadiums Fig. 6 sich die verschiedenen Canäle im Querschnitt darzustellen. Fig. 9 giebt ein solches Präparat bei Immersion wieder. p a p ist das Sammelrohr nahe an der Papille, k entspricht der Harnkanälchen-Arkade, a b dem Schaltstück, n e dem sekretorischen Canälchen. Letzteres hat ein niedriges Würfelepithel mit schönen regelmässigen Kernen. Ihm liegt nach innen gegen das Lumen zu ein Sekret in Form einer ringförmigen Ablagerung auf. Dasselbe besteht aus ganz hellem und feinkörnigem Material und lässt immer eine mittlere Zone m frei. Nach diesem Befunde muss man sich vorstellen, dass die erste Harnabsonderung beim Säugethier-Embryo in derselben Art erfolgt, in der sie bei den Vögeln durch das ganze Leben hindurch vor sich geht, nämlich so: dass feste Materialien — wahrscheinlich harnsaure Salze — in das Lumen der sekretorischen Canäle abgesetzt werden. Dort verharren sie eine Zeit lang, ohne in die Schaltstücke, geschweige denn in die Sammelröhren in merklicher

Menge befördert zu werden. Immerhin muss aber doch schon eine geringe Quantität von Sekret in das Nierenbecken (Fig. 6 n b) gelangt sein, denn dafür spricht 1) die relative Weite des letzteren gegenüber der gleichnamigen Bildung in Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 sowie 2) das Vorhandensein eines Lumens in den Sammelröhren, wenngleich letzteres noch gering ist.

Es muss hier noch einmal hervorgehoben werden, dass nie mit absoluter Sicherheit der Zusammenhang der sekretorischen Canäle (Fig. 9 n e) mit den Schaltstücken (Fig. 9 a b) demonstrirt werden konnte; nur Andeutungen dieses Zusammenhanges liessen sich wahrnehmen. Manchmal schienen die sekretorischen Canäle direct und ohne Vermittlung der Schaltstücke a b aus den Sammelröhren, nicht weit vom Papillarende hervorzugehen. Andererseits kann eine Verbindung der sekretorischen Canäle mit den Malpighi'schen Knäueln mit Sicherheit in Abrede gestellt werden.

Welchen Canalstücken der erwachsenen Niere entsprechen die sekretorischen Canäle n e des Embryo Fig. 6 und Fig. 9? Offenbar muss in denselben das Material für die absteigenden Schenkel der Henle'schen Schleifen und für die Tubuli contorti zusammen genommen gegeben sein. Mithin entsteht das ganze sekretorische Canalsystem der erwachsenen Niere beim Embryo zuerst im Mark. Diejenigen Theile desselben, die wie die Tubuli contorti und die Anfänge der Henle'schen Schleifen später in der Rinde gelegen sind, müssen nachträglich durch Wachsthumsverschiebung aus dem Mark in die Rinde hinauf steigen. Nun liegen auch die ersten Glomeruli (Fig. 3 g l) im Mark. Wenn letztere durch irgend ein mechanisches Moment aus dem Mark in die Rinde befördert werden, so müssen die sekretorischen Canäle ihnen folgen, sobald die Ortsveränderung der Malpighi'schen Körperchen nach demjenigen Zeitpunkt eintritt, in welchem Harnkanälchen und Glomeruli fest mit einander verbunden sind. Die Frage: Wie verschieben sich die sekretorischen Canäle? reduzirt sich bei dieser Annahme mithin auf die andere Frage: Wie geht die Translokation des Glomeruli vor sich? In dieser Beziehung kann man wohl das Auswachsen der Arteriae interlobulares als das active Moment in Anspruch nehmen. In Fig. 2, Fig. 3 und Fig. 6 umgeben die Gefässe (g) ringförmig ziemlich nahe an der Papille die ganze Nierenbeckenhöhle. Eine weitere Vaskularisation ist noch nicht eingetreten. In Fig. 6 sieht man dagegen bereits wie

einzelne Stämmchen z. B. das Gefäss b s, in den Bindegewebsscpten zwischen den einzelnen Ductus papillares gradlinig nach aussen ziehen. Aus diesen Gefässen werden die Arteriae interlobulares. Man denke sich diese Wachsthumstendenz immer weiter fortgesetzt, so müssen in Folge dessen die durch ihre Vaskularisation mit den Arteriae interlobulares in Verbindung getretenen Malpighi'schen Knäuel auch eine Lokomotion im gleichen Sinne erfahren und so aus dem Mark zur Peripherie gelangen. Die mit den Glomeruli verbundenen letzten Enden der sekretorischen Canäle machen diese Ortsveränderung mit. Der Anfang der sekretorischen Canäle am Schaltstück dagegen behält seine relative Lagerung im Marke bei, da er zugleich unter der Einwirkung einer im entgegengesetzten Sinne wirkenden Kraft, nämlich der Wachsthumsenergie des nach dem Nierenbecken zu sich ausdehnenden Schaltstückes steht. So entsteht die Henle'sche Schleife, die eine nothwendige Folge der Thatsache ist, dass alle sekretorischen Canäle und die ersten Glomeruli ursprünglich im Mark liegen. Die Tubuli contorti können erst von dem Momente an in die Erscheinung treten, in welchem die Malpighi'schen Knäuel in die Rinde gelangt sind. Somit sind in gewisser Beziehung die Henle'schen Schleifen das Primär-Vorhandene. Denn sie sind schon zu einer Zeit angelegt, in welcher noch das ganze sekretorische Canalsystem im Marke steckt. Nur treten sie des letzteren Umstandes wegen zuerst nicht in Schleifenform, sondern als flache fast horizontal verlaufende nur wenig gekrümmte Röhren auf. Daraus geht hervor, dass die später sogenannten „aufsteigenden" Schenkel ursprünglich nicht sekretorischer Natur gewesen sein können, sondern mit den untersten Enden der Schaltstücke Fig. 8 a b identisch sein müssen. Auf diese Weise würde sich auch die Differenz des Epithels in den beiden Schenkeln der Schleife erklären.

Zu Gunsten der oben über die Lokomotion der Glomeruli entwickelten Hypothese, die allerdings nur mit einiger Reserve gegeben sein möge, scheint folgende Thatsache angeführt werden zu können. Dieselbe betrifft die verschiedene Lagerung der Nierenknäuel zu ihren zuführenden Gefässen. Die vasa afferentia der untersten, dem Marke am nächsten gelegenen Glomeruli, sitzen in der Regel spitzwinklig — mit der Oeffnung des Winkels nach der Peripherie der Niere zu — der sie tragenden Arteria interlobularis auf. Je mehr man nach aussen geht, umsomehr öffnet sich der Winkel, so dass die äussersten Malpighi'schen Körperchen manch-

mal schon ganz rechtwinklig, ja in einzelnen Fällen sogar stumpfwinklig von ihrer Arterie abgehen.

Was ist in Fig. 6 aus den Zellenhaufen h der Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 geworden? Es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass dieselben in Fig 6 in die zahlreichen dunklen Zellballen umgewandelt sind, welche in der erwähnten Figur überall in wechselnder Grösse neben den Arkaden, den Sammelröhren und den Schaltstücken gelegen sind und die hauptsächlich das dunkle Aussehen der Rinde (r) bewirken. Fig 8 h, h^1, h^2, h^3, h^4 giebt diese Zellballen bei starker Vergrösserung wieder. Wie man sieht, hat sich der in Fig. 1 einfache Zellenstreifen, nachdem derselbe schon in Fig. 3 an seinen beiden untern Enden eine tropfenförmige Verdickung y und y' gezeigt hatte, in Fig. 8 in eine Anzahl kugliger Körper aufgelöst, die theilweise noch durch Zellstränge verbunden sind und die unzweifelhaft (siehe oben Fig. 5) die Anlage der Glomeruli — und zwar 1) der Endothelien der Capillaren, 2) der unter dem Namen „Bowman'sche Kapseln" bekannten Membranae propriae derselben — darstellen. In Fig. 8 kann man alle Uebergänge vom Zustande des Zellstreifens (h) bis zum (wenn man vom Epithel abstrahirt) fertigen Glomerulus (h^4) verfolgen. Letzterer ist am tiefsten (nämlich ganz an der Nierenpapille) gelagert. Je weiter man nach aussen gegen die Peripherie der Niere geht, um so unvollkommener werden die Glomeruli und umsomehr nähern sie sich der Gestalt des ursprünglichen Zellstreifens. Der Zellballen (h^3) zeigt den Nierenknäuel schon weit kleiner und erst im Beginn der Vaskularisation. Auch ist der Glomerulus (h^3) noch nicht frei, sondern er hängt mit dem sich eben bildenden Knäuel (h^2) durch einen Zwischenstrang (zs) zusammen. Letzterer ist oft von nicht ganz unbeträchtlicher Länge, meistens ist er einzeilig, nicht selten aber auch wie in Fig. 8 zweizeilig. In letzterem Falle kann er leicht fälschlicher Weise für einen zum System der sekretorischen Nierencanälchen gehörenden Abschnitt imponiren, besonders dann, wenn man den Zwischenstrang (zs) ganz direct mit dem Malpighi'schen Körperchen h^2 oder h^3 ungefähr in derselben Weise zusammenhängen sieht, in der die Tubuli contorti an der erwachsenen Niere mit dem Glomerulus verbunden sind. Wenn man aber bedenkt, dass zu der Zeit der Fig. 6 schon entschieden sekretorische Canäle, nämlich die in (Fig. 9 mit n e) bezeichneten Gebilde, vorhanden sind, so kann man über die rein endothelialen Eigenschaften des Zwischenstranges (Fig. 8 z s) nicht im Zweifel sein.

Wieviel Malpighi'sche Körperchen werden von dem verdickten Ende je eines Braun'schen Zellstreifens geliefert? An der in Fig. 6 gezeichneten Niere eines 5 cm langen Embryo's liessen sich im Maximum 4 hintereinander gelegene Anschwellungen (h^1 h^2 h^3 h^4 Fig. 8) auf einen und denselben Zellstrang zurückführen. Es kann wohl aber keinem Zweifel unterliegen, dass im weiteren Wachsthum der Niere sich noch immer mehr Glomeruli aus dem noch intacten Reste des Zellstranges (Fig. 8 h) ablösen werden und ist es im hohen Grade wahrscheinlich, dass alle diejenigen Glomeruli, die an der erwachsenen Niere nach Art der Beeren eines Johannisstrauches auf der einen Seite je einer Arteria interlobularis aufsitzen, immer von je einem Braun'schen Zellstreifen resp. von der Verzweigung eines solchen abstammen.

Gewisse pathologische Erfahrungen machen es nicht undenkbar, dass auch noch die in der erwachsenen Niere persistirenden Reste der Braun'schen Zellstränge mit dem Vermögen, unter günstigen Umständen zu proliferiren, ausgestattet sind. Mindestens lässt sich so vielleicht die bekannte compensatorische Hypertrophie der einen Niere nach Schwund der andern — in specie die dabei vor sich gehende Vermehrung der Malpighi'schen Körperchen — erklären.

Bekanntlich existirt augenblicklich in der deskriptiven Histologie eine Controverse über die Art und Weise, in welcher die Glomeruli mit dem Epithel der Tubuli contorti verbunden sind. Einzelne Autoren geben an, dass die die Gefässknäuel überziehende innere Wand der Bowman'schen Kapseln von einem hohen Würfelepithel ausgekleidet sei, während die ihr gegenüberliegende äussere Wand nur glatte Schüppchen trage. Andere Autoren wieder bestreiten dies und nehmen nur eine einfache Zellenlage zwischen Gefässknäuel und Lichtung der sekretorischen Kanälchen an, welche Zellenlage identisch mit der Membrana propria sein soll. Nach einem Präparate der erwachsenen Rattenniere muss ich letztere Anschauung bestätigen. Beim Embryo verhält sich die Sache scheinbar anders. Bei letzterem zieht sich nämlich rings um jeden sich bildenden Glomerulus eine ziemlich hohe Zellenreihe z h s Fig. 8 epithelartig herum, wie ich Schweigger-Seidel (l. c.) und Kölliker (Lehrbuch 1867) bestätigen kann. Nur dass diese Zellenreihe sicher nicht dem sekretorischen Kanalabschnitt angehört, sondern als die äusserste Lage endothelioider Elemente aufzufassen und aus dem Zellstreifen h Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 8 herzuleiten ist. Beim Erwachsenen dient sie zur Bildung jener einfachen, zur

Membran zusammengeflossenen Schüppchenlage, die den Glomerulus gegen das sekretorische Canälchen abschliesst und die unter dem Namen der Bowman'schen Kapsel bekannt ist. Es wiederholt sich hier das vom Endothel des Pleuroperitoneal-Raums her bekannte Schauspiel. Im Brust-Bauchraum findet sich beim Embryo bekanntlich überall eine Auskleidung mit einem verhältnissmässig hohen Würfelzellenbelag. Nur auf der Oberfläche der Keimdrüse bleibt letztere nach der durch die spätere Waldeyer'sche Arbeit für die gesammte Anatomie so wichtig gewordenen Entdeckung Pflüger's über den Eierstock in ursprünglicher Beschaffenheit erhalten. Im ganzen übrigen Peritoneal-Raum dagegen flacht er sich sehr bald zu jenen platten Endothel-Schüppchen ab, die ganz ebenso wie die Membrana propria am Glomerulus der Niere als feine Hautschicht des Peritoneums Zeitlebens persistiren.

Das über die Entwicklung der Niere Gesagte lässt sich folgendermassen resümiren: Die erste Anlage der Niere besteht aus einer im Durchschnitt x-förmigen Ausbuchtung des Ureters, welche von einer starken bereits die typische Form der Niere besitzenden embryonalen Bindegewebsmasse umschlossen wird. In letzterer liegen halbmondförmige von der zelligen Peritoneal-Auskleidung abstammende Zellenballen, sogenannte Braun'sche Zellstränge, die von dem Grunde jeder Ureterausbuchtung durch einen lichten Zwischenraum getrennt — letztere kuppenförmig umgeben. Das Mittelstück der x förmigen Ureterausbuchtung wird an seinem hintern Rande zum Nierenbecken, während seine ganze übrige Umrandung zur Papille wird. Alle Harnkanälchen gehen aus den Schenkeln des x theils durch dichotomische Verzweigung, theils durch Abgabe von Seitenästen hervor. Zuerst werden die Ductus papillares, die Sammelröhren und die unter dem Namen der Arkaden bekannten, gegen die Nierenperipherie convexen Umbiegungen der Harncanälchen gebildet. Dabei zeigt sich schon von Anfang an insofern ein characteristischer Unterschied zwischen der vorderen und hinteren Peripherie der Niere, als gegen letztere hin überhaupt Sammelröhren sich nicht entwickeln. Mithin wächst die obere, untere und vordere Wand der Niere weit stärker als die — die häutige Pelvis renalis bildende — Hinterwand.

Sehr bald tritt auch in dem ursprünglich gleichartigen Epithel der einzelnen bis jetzt gebildeten Nierentheile ein characteristischer

Unterschied, je nach den Harncanälchenabschnitten, auf. Das Epithel der Papille und des Anfangstheiles der Sammelröhren wird hoch und hellglänzend, das der Arkaden und des Nierenbeckens niedriger und etwas dunkler.

An den Arkaden biegt sich das Sammelrohr in absteigender Richtung gegen die Papille um und wird so zum Schaltstücke und zum sogenannten aufsteigenden Schenkel der Henle'schen Schleife, in welchen beiden Kanalabschnitten es wieder ein niedrigeres und helleres Epithel hat. Im mittleren Drittel der Nierenbreite angekommen ändert das Sammelrohr plötzlich seinen Character, es wird sehr weit und erhält ein ganz niedriges und ganz helles Epithel. In seinem erweiterten Lumen birgt es dann eine auf dem Querschnitt ringförmige Abscheidung krümlichen Sekrets — wahrscheinlich harnsaurer Salze. — Dadurch characterisirt sich der weite helle Abschnitt des Canalsystems als Anfang des sekretorischen Theils der Nierencanäle und entspricht somit dem späteren absteigenden Henle'schen Schleifenschenkel und den Tubulis contortis zusammengenommen. Der sekretorische Abschnitt der embryonalen Niere liegt nicht wie der der erwachsenen in der Rindenzone, sondern stets im mittlern Drittel der Nierenbreite und zerfällt dadurch letzteres Organ in einer gewissen Zeit des fötalen Lebens in 3 von innen nach aussen aufeinanderfolgende Zonen: 1) In die der späteren Malpighi'schen Pyramide entsprechende Papillarzone, 2) in die den sekretorischen Abschnitt der Harncanäle bergende Mittelzone, 3) in die Rindenschicht. Die sekretorischen Canäle erheben sich später dadurch in die Rindenschicht, dass sie, mit den Malpighi'schen Knäueln in feste Verbindung getreten, die Ortsverschiebung der letzteren aus der Papille in den Cortex mitmachen.

Auch die Nierenglomeruli sind mindestens zum Theil ursprünglich nahe am Nierenbecken gelagert und wandern erst von dem Momente an in die Nierenperipherie, in welchem die Arteriae interlobulares auszuwachsen beginnen. Eine nothwendige Folge der Lokomotion der Glomeruli und der sekretorischen Canäle ist das Entstehen der Henle'schen Schleifen, welche in gewisser Beziehung die frühesten Bestandtheile der absondernden Harncanälchen sind, wenngleich sie zuerst noch nicht in Schleifenform auftreten. Die Tubuli contorti entstehen am allerspätesten, erst zu derjenigen Zeit, in der die Glomeruli den Cortex erreicht haben.

Die Malpighi'schen Knäuel entstehen aus verschiedenen

Ursprungsquellen. Ihre Blutkörperchen entstammen den benachbarten Arteriae interlobulares[1]). Ihre Gefässendothelien und die Membrana propria ihrer Bowman'schen Kapseln (sowie möglicherweise auch ihre ersten Blutkörperchen) sind Derivate der Braun'schen Zellstränge. Letztere umgeben bei ihrem ersten Auftreten auf dem Querschnitt als halbmondförmige Zellstreifen den Grund der Schenkel der primären Ureterausbuchtungen. Sehr bald verdicken sich diese Zellstränge an ihrem untersten Ende und zugleich machen sie denselben dichotomischen Theilungsprocess mit, den auch die zu Sammelröhren gewordenen Ureterausbuchtungen erleiden. Darauf lösen sich die verdickten Enden der Zellstränge in Form tropfenförmiger Zellballen ab. Anfangs hängen letztere noch durch je einen Zwischenstrang mit dem ursprünglichen Zellstreifen zusammen, sehr bald aber lösen sie sich vollständig ab und werden zu je einem Gefässknäuel eines Malpighi'schen Körperchens. Jedes der letzteren ist ursprünglich mit einem einschichtigen Würfelzellenbelag bekleidet, welcher aber nicht auf das Epithel des sekretorischen Harncanalapparates zu beziehen ist, sondern ebenso wie die Endothelien der Gefässe des Knäuels den Elementen der Braun'schen Zellstränge entstammt und später zur Membrana propria der Bowman'schen Kapsel wird. Beim Erwachsenen reducirt sich nämlich dieser hohe Zellenbelag auf eine einfache, aus platten Schüppchen zusammengesetzte Endothel-Membran, die eigentliche Bowman'sche Kapsel. Die Braun'schen Zellstränge verzweigen sich eben so oft, als später Arteriae interlobulares vorhanden sind. Aus dem Ende je einer Verzweigung gehen soviel Malpighi'sche Gefässknäuel hervor, als später der einen Seite je einer Arteria interlobularis aufsitzen.

1) Doch ist auch möglich, dass sie in loco aus den Zellen der Braun'schen Zellstränge entstehen, da letztere ja den Werth eines Gefässendothels haben und somit sehr wohl eine Blutkörperchen-bereitende Funktion besitzen können.

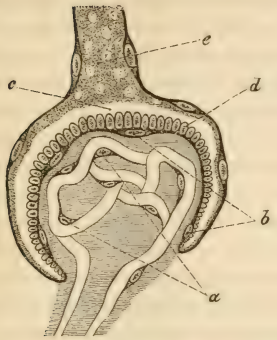


Fig. A.

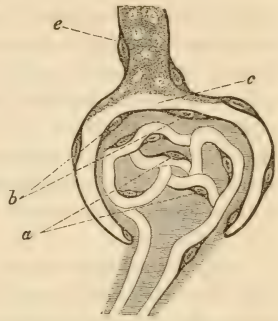


Fig. B.

Zum Verständniss der eben dargelegten Anschauung mögen obige beide schematische Holzschnitte dienen. Holzschnitt A entspricht der Darstellung vom Baue des Glomerulus, wie sie bisher üblich war. Holzschnitt B dagegen entspricht meiner Auffassung der Sachlage. Der wesentlichste Unterschied der beiden Holzschnitte besteht darin, das in Holzschnitt A die beiden Innenflächen der Bowman'schen Kapsel von einem Epithel ausgekleidet sind, während letzteres im Holzschnitt B fehlt. Diese meine Anschauung stützt sich auf Präparate von der erwachsenen Ratte, (siehe oben p. 521). Auch Drasch, der einzige von den neueren Autoren, der Bowman'sche Kapseln an Isolationspräparaten studirt hat, spricht nur von den Kernen der dieselbe zusammensetzenden Zellen, welche Kerne offenbar den die membrana propria componirenden Endothel-Zellen angehören, und welche nach Drasch's Darstellung sogar fehlen können. Drasch scheint also auch zu dem Resultat gekommen zu sein, dass die Innenfläche der Kapseln epithellos ist. Ich stelle mir vor (Holzschnitt B), dass zwischen Bowman'scher Kapsel und dem Anfang des Harncanälchen-Epithels ein mit Flüssigkeit gefüllter, sogenannter „Wasserraum" existirt und dass letzterer gegen den Tubulus contortus hin direct an die solide Epithelmasse stösst, die ihn abschliesst, wie der Stopfen einer ganz vollgefüllten Flasche die in letzterer enthaltene Flüssigkeit. Da sich aber diese Anschauung nur auf die Präparate von einer erwachsenen Ratte stützt, so kann deren allgemeine Gültigkeit vorläufig nicht behauptet werden.

Es mag sehr wohl möglich sein, dass bei anderen Thieren sich das Epithel der gewundenen Harncanälchen noch in grösserer oder geringerer Mächtigkeit auf die beiden einander zugekehrten Innenflächen der Bowman'schen Kapsel ausdehnt. Jedenfalls würde dies keinen principiellen Unterschied begründen, da ja dadurch nichts an dem von Valentin, Waldeyer, Toldt und mir ausgesprochenen Satz geändert wird, dass alle Nierenepithelien Derivate der Epithelauskleidung des primitiven (sogenannten Kupffer'schen) Nierencanals sind.

Die vorstehende kleine Veröffentlichung wurde am 28. Juli v. J. an die Redaction des Archivs für mikroskopische Anatomie abgesendet. Während dieselbe im Druck war, wurde am 23. August v. J. das III. Heft des XV. Bandes dieses Archives ausgegeben. Darin befindet sich ein Aufsatz „Ueber die Eientwicklung bei Batrachiern und Knochenfischen“ von N. Kolessnikow, in welchem dieser Autor für die Pleuroperitonealhöhle der Frösche und Fische die Frage nach dem weiteren Schicksal der dieselbe im Embryo auskleidenden hohen Würfelzellen zu beantworten sucht. Kolessnikow vertritt dabei die Anschauung, dass diese Würfelzellen nicht endothelialer, sondern epithelialer Natur seien, indem sie auf den im Axialwulst steckenden Antheil des Epiblasten zurückgeführt werden müssten. Im erwachsenen Leben sollen sich die epithelialen Würfelzellen nur auf dem Eierstock als Keimepithel (resp. ausserdem noch als die Flimmerepithelinseln in der Bauchhöhle der Batrachier) erhalten. Die platten Endothelien der definitiven Pleuroperitoneal-Auskleidung sollen dagegen neu gebildet sein, indem mesodermale Elemente bei dem Wachsthume der Bauchhöhle zwischen die nicht gleichen Schritt haltenden ursprünglichen Epithelzellen vom unterliegenden Bindegewebe her eingeschoben werden. Will man diese Anschauung nicht gelten lassen, so muss man nach Kolessnikow alle Zellen der Peritonealbekleidung als gleichwerthig, dann aber als ächte Epithelzellen ansehen.

Mir scheint, dass man die von Kolessnikow aufgeworfene Frage, die ja neuerdings durch die von Semper und Balfour entdeckte Homologie der Segmentalorgane der Anneliden mit dem Urogenital-Apparat der Wirbelthiere eine brennende geworden ist, wohl auch noch in anderem Sinne erledigen könnte, als dies von Kolessnikow geschehen ist. Zuvörderst muss an der Thatsache festgehalten werden, dass die Generatoren der Endothelien der

Bowman'schen Kapsel und der Gefässwände des Glomerulus ursprünglich beim Embryo ebenso wie die gesammte Auskleidung der Pleuroperitonealhöhle die Form hoher Würfelzellen besitzen. Es konnte nun bei der Nierenentwicklung nachgewiesen werden, dass an den Bowman'schen Kapseln und den Gefässwänden der Glomeruli diese hohen Würfelzellen sich abplatten und so in die definitive platte Zellform der Endothelien der erwachsenen Niere übergehen. Warum soll das Gleiche nicht auch für die Auskleidung des Pleuroperitoneal-Raumes gelten? Haben doch Untersuchungen des Endothels der membrana Descemeti den Modus kennen gelehrt, nach welchem sich die in Form verhältnissmässig hoher Würfel ursprünglich angelegten Zellen dieser Membran im Laufe der Entwicklung zu flachen Schüppchen modificiren (siehe meinen Aufsatz „Zur Kenntniss des Bindegewebes §. 3. Archiv f. Anat. u. Phys. 1878. II. u. III. Heft Anat. Abthl. p. 156 u. 157"). Grade das Endothel der membrana Descemeti ist am meisten geeignet, den allmähligen Uebergang der hohen Würfelform in die platte Schüppchenform zu demonstriren, da hier noch im erwachsenen Zustande die Endothelien an den peripherischen Parthien der vorderen Augenkammer bei Kaninchen die Form hoher, vielfach vacuolisirter Würfelzellen besitzen, während sie in der Nähe des Hornhautscheitels platte Schüppchen darstellen. Conform mit diesen Thatsachen muss man wohl die bisher meist mit dem Worte „Endothelzelle" Hand in Hand gehende Vorstellung, als müsste darunter ein flaches Schüppchen verstanden sein, aufgeben. Die Form einer Endothelzelle ist etwas ganz Irrelevantes, sie kann bald Würfelform haben, bald sich als plattes Schüppchen präsentiren; im Jugendzustande scheint sie sogar erstere Form vorzugsweise anzunehmen. Für den Begriff einer Endothelzelle ist vielmehr der Hauptschwerpunkt einzig und allein darauf zu legen, dass dieselbe dem Mesoderm ihre Entstehung verdankt. Will man im Sinne Kolessnikow's irgend welche Elemente der embryonalen Pleuroperitoneal-Auskleidung auf den im Axialwulst mit dem Mesoblasten verwachsenen Epiblasten zurückführen, so scheinen dies allerhöchstens die Ureier resp. die Spermatogonien (La Valette dieses Arch. Bd. XV. Heft 3) sein zu können. Keineswegs scheint die Nothwendigkeit vorzuliegen, auch die definitive Pleuroperitoneal-Bekleidung des Erwachsenen auf den Epiblasten zurückführen zu müssen, sobald man die Neubildung der Endothelschüppchen verwirft und letztere von den ursprünglichen Würfelzellen der embryonalen Leibeshöhle herleitet.

Wenn die Hypothese der Identität der embryonalen Würfelzellen der Bauch-Brusthöhle mit den erwachsenen Endothel-Schüppchen des Peritoneums richtig ist — und hierfür spricht unter Anderem auch der Umstand, dass man niemals eine Uebergangsform zwischen einem Ureichen und einer Keimepithelzelle constatiren konnte — so folgt daraus, dass das Keimepithel des erwachsenen Eierstocks — mit Ausnahme der Ureier und Spermatogonien — den Werth von Endothel-Zellen hat. Da nun durch Waldeyer's bekannte Untersuchungen festgestellt ist, dass bei allen Eizellen ein Theil des Dotters (nämlich derjenige Theil, der bei vielen Eizellen als Nebendotter auftritt) als Absonderung des Follikelepithels zu betrachten ist [1]) und da ferner durch eben denselben Forscher die Ableitung des Follikelepithels vom Keimepithel constatirt ist, so geht daraus hervor, dass in jedem Ei einzelne Theile des Dotters von Elementen geliefert werden, die dem Mesoderm des mütterlichen Organismus entstammen. Diese Anschauung würde eines Theils eine Brücke zu der von His („Untersuchungen über die Eientwicklung bei Knochenfischen. Leipzig 1873") und Lindgren (Arch. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte 1877. S. 334) vertretenen Ansicht schlagen, wonach die Granulosa kein echtes Epithel ist, sondern von Wanderzellen abstammt. Denn wenn man das Keimepithel Waldeyer's überhaupt (mit Ausnahme der Ureier und Spermatogonien) für dem Endothel gleichwerthig erachtet, so folgt daraus, dass auch das Follikelepithel mesodermaler Abkunft ist. Es erscheint dann verhältnissmässig irrelevant, ob der unreife Follikel schon eine Granulosa besitzt, wie ich mit Waldeyer (nach Präparaten vom Meerschweinchen) anzunehmen gezwungen bin, oder ob er die der Granulosa entsprechende Zellschicht erst später erhält, wie His für Knochenfische behauptet. Die Hauptsache ist, dass in diesem wie in jenem Fall die Granulosa-Zellen mesodermaler Abkunft sind.

Anderntheils wirft die Betheiligung des Follikel-Epithels an dem Aufbau des Eidotters auch einiges Licht auf die Blutgefässanlage des späteren Embryo. Es liegt nach dem gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnisse über die embryonale Blutbildung ja sehr nahe, letztere zu dem von den Granulosa-Zellen gelieferten Theile des Eidotters in Beziehung zu bringen und somit durch die

1) Nach neuerdings an Osmium-Eierstöcken vom Meerschweinchen erhaltenen Präparaten scheinen mir einzelne Follikelzellen direkt zur Dottersubstanz verbraucht zu werden.

Zwischenstufe des Follikelepithels das Mesoderm des Tochterindividuums — mindestens zum Theil — auf das mittlere Keimblatt des mütterlichen Organismus zurückzuführen.

Schliesslich noch eine Bemerkung in Bezug auf die Nomenclatur. Lässt man die Ausdrücke „Epithel" und „Endothel" zu — und es kann doch keinem Zweifel unterliegen, dass Gefässendothelien genetisch etwas Anderes sind als Schleimhautepithelien, so muss man diese Namen auch nicht promiscue gebrauchen. Da nun die obige Auseinandersetzung dahin zielt, die Würfelzellenbekleidung des Ovariums (mit Ausnahme der Ureier und Spermatogonien) und die Granulosa-Zellen des Graaf'schen Follikels vom Mesoderm abzuleiten, so muss füglich das Wort Keimepithel nur noch für die Ureier und Spermatogonien selbst beibehalten werden. Die Mehrzahl der Zellen des bisherigen Waldeyer'schen Keimepithels, — nämlich alle Würfelzellen — müssen consequenter Weise Keim-Endothelien genannt werden und ebenso muss man von einem Granulosa-Endothel sprechen. Am praktischsten aber scheint es das Wort Endothel durch das weit prägnantere Wort „Mesothel" zu ersetzen. Ueberhaupt ist im Interesse rascher Verständigung der schon von anderer Seite gemachte Vorschlag, die zelligen Auskleidungen, je nach ihrer Abstammung vom Epi-, Meso- oder Hypoblasten in Epi-, Meso- oder Hypothel zu theilen, äusserst beachtenswerth. Man müsste mithin beim Eierstock sagen, dass die Auskleidung des embryonalen Ovariums aus Keimepithel (den Ureiern und Spermatogonien) und Keimmesothel (den hohen Würfelzellen auf der Oberfläche des Eierstocks) besteht und dass Letzteres in der Tiefe des Graaf'schen Follikels zum Granulosamesothel wird, während Ersteres das epitheliale Primordial-Ei oder die epitheliale Ursamenzelle liefert.

Während des Druckes der vorstehenden Zeilen ist ferner der zweite Band der 2. Auflage des Kölliker'schen Lehrbuches der Entwickelungsgeschichte erschienen. In demselben handelt p. 945 bis 953 über Nierengenesis. Kölliker bringt einen Sagittalschnitt durch das hintere Leibesende eines Kaninchenembryo von 11 Tagen und 10 Stunden, der die Angaben von Kupffer und Lieberkühn über die Entstehung des Nierenganges aus dem Wolff'schen Gange bestätigt.

Ein zweiter von Kölliker gelieferter Sagittalschnitt durch die Nierengegend eines Kaninchenembryo von 14 Tagen entspricht

ungefähr meiner Fig. 1, ein dritter vom 16. Tage meiner Fig. 2. Kölliker acceptirt im Uebrigen die Angaben von Toldt und Riedel, soweit sie sich auf die feineren Details der histologischen Entwicklung beziehen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXIV.

Fig. 1. Sagittalschnitt durch die Niere eines 5 mm langen Kaninchenembryo's. Schieck Oc. O. Obj. 3 e. t.

b embryonales Bindegewebsparenchym der Niere.
k Kölbchen.
l Hellerer Gewebsstrich zwischen den Kölbchen und den Zellenhaufen h. (Braun'sche Zellenstränge.)
n b Nierenbecken.
g Gefässe.
α—β Anlage der häutigen Pelvis renalis.
h R Hinterer Rand der Niere.
v R Vorderer Rand der Niere.

Fig. 2. Sagittalschnitt durch die Niere eines 10 mm langen Kaninchenembryo. Schieck Oc. O. Obj. 7 e. t.

h Zellenhaufen. Braun'sche Zellenstränge.
p a p Nierenpapille.
n b Nierenbeckenhöhle.
b′ Aeussere Bindegewebskapsel.
k Derivate der mit demselben Buchstaben bezeichneten Kölbchen in Fig. 1.
d Anlage der glatten Muskulatur des Nierenbeckens.
u g Anlage der hellen Bindegewebsschicht auf der das Nierenbeckenepithel aufsitzt.
g Gefässe.
α—β Häutiges Pelvis renalis.
p l Häutiges Pelvis renalis.

Fig. 3. Sagittalschnitt durch die Niere eines 20 mm langen Kaninchenembryo's. Schieck Oc. O. Obj. 3 e. t.

h, h′, h^2 Braun'sche Zellstränge.
k, k′. k^2 Kolbenförmige Enden der Sammelröhren zum Theil in dichotomischer Theilung.
l, l′ Lichte Zwischenräume zwischen dem Grunde der Kölbchen k und den Zellhaufen h.
d p Ductus papillares.
y, y′ Zellballen (Pseudoglomeruli, Colberg).
g l, g l′ Glomeruli.

g, g' Gefässe.
x' t c, g w, q Harnkanälchen zum Theil bereits sekretorischer Natur.
n b Nierenbeckenhöhle.
α—β Häutiges Pelvis renalis pl.
e Epithel derselben.
h u g Glänzende Basalschicht des Epithels der Schicht e.
u g Bindegewebssubstrat des häutigen Nierenbeckens.
d Muskulatur desselben.
p a p Nierenpapille.
b' Bindegewebskapsel.

Fig. 4. Das Sammelrohr k^2 der Fig. 3 bei Schieck Oc. O. Obj. 7 e. t.
k^2 Sammelrohr.
a b Schaltstücke.
h^2 Pseudo glomeruli.

Fig. 5. Ein junger Glomerulus von einem 20 mm langen Kaninchenembryo bei Schieck Oc. O. Obj. 9 à. i. e. t.
b l Blutkörperchen.
h Endothelien der Capillaren des Glomerulus, aus den Braun'schen Zellsträngen stammend.

Fig. 6. Sagittalschnitt durch die Niere eines 50 mm langen Kaninchenembryo's bei Schieck Oc. O. Obj. 3 e. t.
k k' Sammelröhren.
h Pseudoglomeruli und Braun'sche Zellstränge.
p Papillarzonen.
d p Ductus papillares.
n e Sekretorische Canäle.
n b Nierenbeckenhöhle.
p a p Nierenpapille.
m Mittelzone, die sekretorischen Canäle bergend.
r Rindenschicht.
α—β Häutige Pelvis renalis pl.
γ Einbug derselben.
e Epithel derselben.
u g Bindegewebssubstrat derselben.
d Muskulatur derselben.
g l Glomeruli.
b s Arteria interlobularis.
a b Schaltstück.

Fig. 7. Epithel des häutigen Nierenbeckens bei Schieck Oc. O. Obj. 9 à. i. e. t.

Fig. 8. Ein Harnkanälchen aus der Niere Fig. 6 und der dazu gehörige Braun'sche Zellstreifen bei Schieck Oc. O. Obj. 9 à. i. e. t.
p a p Epithel der Nierenpapille.
s r Epithel des Sammelrohrs.
1 t Erste Theilungsstelle des Sammelrohrs.

k Harnkanälchen-Arkade.
a b Schaltstück und aufsteigender Schenkel der Henle'schen Schleife.
h, h^1, h^2, h^3, h^4, z s Derivate der Braun'schen Zellstränge.
z h Würfelepithel des Glomerulus h^4 und h^3, später zu einer Endothel-Haut werdend.

Fig. 9. Einzelne Harnkanälchen aus der Niere eines 50 mm langen Kaninchenembryo's, quer getroffen Schieck Oc. O. Obj. 9 à. i. e. t.
p a p Sammelrohr-Epithel.
a b Schaltstück.
k Harnkanälchen-Arkade.
n e Sekretorischer Canal.
s Sekret.
m Lumen desselben.

Ueber den Bau und die Thätigkeit der Drüsen.

III. Mittheilung.

Die Fermentbildung in den Drüsen.

Von

Dr. Moritz Nussbaum,

Privatdocent und Assistent am anatomischen Institut in Bonn.

Hierzu Taf. XXV.

Die neuesten Publicationen Heidenhain's[1]) haben die Physiologie der Magensaftsecretion um einen guten Schritt weiter gebracht: es ist dem um die Erforschung der Drüsenthätigkeit so hochverdienten Forscher neuerdings gelungen, das Secret des Pylorustheiles und des Magenfundus isolirt aufzufangen, und die Abhängigkeit der Absonderung vom Nervensystem mit fast an Gewissheit grenzender Wahrscheinlichkeit darzuthun.

Heidenhain isolirte nämlich nicht nur den Pylorustheil des

1) Pflüger's Archiv Bd. XVIII, pag. 169 und Bd. XIX, pag. 148 sqq.

Magens nach dem Vorgange von Klemensiewicz[1]), sondern auch einen Theil des Magenfundus am lebenden Thier und fand, dass jede der isolirten Abtheilungen zur Zeit der natürlichen Nahrungsaufnahme ein pepsinhaltiges Secret lieferte. Der vom Fundus gewonnene Saft zeigte sich wegen der in ihm enthaltenen Salzsäure sofort verdauungskräftig; das alkalische Secret des Pylorus wurde es erst auf Zusatz von 0,1% Salzsäure.

Mit Hülfe des antiseptischen Wundverbandes von Lister wurden die operirten Hunde so lange am Leben erhalten, dass der gegen Klemensiewicz' Schlussfolgerungen von mir erhobene Einwand, die autochthone Bildung des Pepsins im Pylorustheile des Magens anlangend, hier nicht mehr zutrifft.

Wenn nun Heidenhain in seiner Publication über die Pepsinbildung in den Pylorusdrüsen anführt, dass trotz der zahlreichen Beweise Ebstein's und Grützner's die Pepsinbildung in den Pylorusdrüsen noch immer vielseitig bestritten werde, so hätte ich gewünscht, meine Sonderstellung in der Reihe der Opposition hervorgehoben zu sehen. Heidenhain übergeht meine Arbeiten mit Stillschweigen, so dass ich genöthigt bin auf meine früheren Angaben zurückzukommen. Diesen sollen sich alsdann weitere Beweise anreihen.

In meiner ersten Abhandlung über die Fermentbildung in den Drüsen[2]) hatte ich die Beweismittel des Klemensiewicz'schen Versuches verworfen, hatte aber durchaus nicht die Möglichkeit einer Pepsinbildung in den Pylorusdrüsen geleugnet. Es wäre dies auch unmöglich gewesen nach den unzweideutigen Versuchen Ebstein's und Grützner's, welche mit Stücken, aus den tieferen Schichten der Pylorusschleimhaut, lebenden Hunden entnommen, Verdauungsversuche mit positivem Resultat angestellt hatten[3]).

Der Heidenhain'sche Versuch beweist demgemäss nur in eleganterer Form, was Ebstein und Grützner vorher bewiesen hatten, dass nämlich im Pylorustheile des Magens Pepsin gebildet werde; dass der Versuch ausserdem noch Weiteres lehre, ist oben schon gesagt worden. Ganz etwas Anderes ist es nun, mit Hei-

1) R. Klemensiewicz: Ueber den Succus pylori cus, Sitzungsber. der Wiener Acad. d. Wissenschaften, 71. Bd. 1875.

2) Dieses Archiv, Bd. XIII, pag. 721.

3) Pflüger's Archiv Bd. VIII, pag. 617.

denhain und seinen Schülern in Grundlage dieser Thatsachen die Fermentbildung in die von Heidenhain sogenannten Hauptzellen zu verlegen. Hier fängt meine Opposition an, und ich schalte zu meiner Rechtfertigung aus meiner ersten Abhandlung den folgenden Passus ein: „Hier (gelegentlich der Kritik des oben erwähnten Versuches von Ebstein und Grützner) darf allerdings an Uebertragung von einem anderen Orte her kaum gedacht werden. Trotzdem ist der Versuch nicht absolut beweisend, da bekanntermassen nur geringe Mengen Pepsin dazu gehören, um einen so leicht verdaulichen Körper, das Fibrin, zu lösen. Hierfür dürften nur wenige Labdrüsenschläuche genügen, die bei Verdauungsversuchen unmöglich, bei mikroskopischer Untersuchung nur zufällig nachzuweisen sind. Dass im Pylorustheil aber wirklich schon **Labzellen** gefunden wurden, lehren die Beobachtungen Gerlach's und Mayer's. Das Vorkommen von Labzellen im Pylorustheile erklärte dann auch zum Theil die Möglichkeit der Anfertigung von pepsinhaltigen Extracten aus diesem Abschnitte der Magenschleimhaut getödteter Thiere; dies hindert natürlich nicht, die grössere Menge des namentlich durch Säuren zu gewinnenden Pepsins für infiltrirt zu halten."

Wie man sieht, hatte ich das Vorkommen von Pepsin im Pylorustheile des Magens auf andere Weise als Heidenhain und seine Schüler zu erklären versucht. Wer meine Abhandlungen liest, wird finden, dass wo ich den Nachweis von ungeformten Fermenten in Drüsen zu führen versuchte, überall protoplasmatische Zellen als Bildungsstätten angesprochen wurden. So bezeichnete ich auch abweichend von Heidenhain und in Uebereinstimmung mit einer Reihe früherer Autoren, denen allerdings die von Heidenhain entdeckten, sogenannten Hauptzellen unbekannt geblieben waren, die protoplasmatischen Zellen in den Labdrüsen (Pepsinzellen—Belegzellen Heidenhain's) als Fermentbildner.

Wir verdanken Ebstein eine sorgfältige Untersuchung der physiologischen Veränderungen in den Schleimdrüsen des Pylorus. In dieser Arbeit war Ebstein zu dem Schlusse gekommen: „dass in der Regio pylorica nur Drüsenschläuche vorkommen, welche lediglich mit Cylinderzellen ausgekleidet sind und keine Labzellen enthalten".

Für die ganze Frage nach dem Ort der Pepsinbildung in den

Labdrüsen muss eine solche Behauptung von grossem Gewicht sein. Es ist nicht zu leugnen, dass im Pylorustheile Pepsin gebildet wird: wenn nun die einzige in den Pylorusdrüsen befindliche Art von Zellen mit einer von den beiden Zellenarten in den Labdrüsen übereinstimmt, so wird man mit Vernachlässigung der widerstreitenden Analogien diese Zellenart auch in den Labdrüsen für die fermentbereitenden ansprechen. Man würde sich demgemäss mit Heidenhain zu der Annahme bekennen müssen, dass in den Labdrüsen die Hauptzellen das Pepsin liefern. Die von Ebstein näher untersuchten Zellen in den Drüsenschläuchen des Pylorus und die Heidenhain'schen Hauptzellen der Labdrüsen sind aber ächte Schleimzellen. Es wären somit die Magendrüsen der bis jetzt untersuchten Säugethiere durchaus von allen übrigen fermentliefernden Drüsen verschieden; da alle übrigen Drüsen in ächt protoplasmatischen Zellen das wirksame Ferment bereiten.

Für das Vorkommen solcher Zellen in den Pylorusdrüsen hatte ich mich früher auf das Zeugniss zweier Autoren berufen; heute bin ich in der Lage auf Grund eigener Untersuchungen das Vorkommen ächt protoplasmatischer, den Labzellen durchaus ähnlicher und von den sogenannten Hauptzellen der Fundusdrüsen grundverschiedener Zellen in den Drüsenschläuchen des Pylorustheiles zu behaupten.

Bevor ich zur Schilderung dieser Drüsen übergehe, möchte ich mit einigen Worten der von Ebstein sogenannten intermediären Zone gedenken, um von vornherein dem Verdacht zu begegnen, ich habe etwa nur diesen Theil des Magens untersucht.

Die intermediäre Zone ist beim Magen des Hundes schon äusserlich durch die geringe Dicke der Schleimhaut und der Muscularis auffällig abgesetzt gegen den Fundus und Pylorustheil, zwischen denen sie gelegen ist. Bei einem ausgewachsenen Hunde, der um die vierte Stunde nach der Nahrungsaufnahme getödtet wurde, mass die Schleimhaut des Fundus 1,5 mm, die der intermediären Zone 0,58 mm und die des Pylorus 1,05 mm. (Gegen die Cardia zu nimmt der Dickendurchmesser der Schleimhaut ebenfalls ab.) Bei der mikroskopischen Untersuchung stellt sich heraus, dass im Gegensatz zur Anordnung der Drüsenschläuche des Fundus und in Uebereinstimmung mit der äusseren Gestalt der Pylorusdrüsen die Drüsen der intermediären Zone zusammengesetzt schlauchförmig sind. Das Epithel der Oberfläche, beim Hunde hohe Cylinderzellen, setzt sich

zur Formation des vielen Schläuchen gemeinschaftlichen Drüsenausganges sehr weit in die Tiefe fort, so dass auf den Drüsenausgang fast durchgehend bis zu zwei Drittel des ganzen Schleimhautdurchmessers kommen. An den weiten Drüsenausgang schliessen sich kurze Schläuche, die entweder überwiegend mit Pepsinzellen ausgekleidet sind, oder deren nur wenige enthalten. Im ersteren Falle gleichen die Schläuche den Fundusdrüsen; überwiegen die Schleimzellen in den Schläuchen, so nähern sich dieselben im Aussehen den Drüsen des Pylorus. Es kommen also in der intermediären Zone des Hundemagens die Formen gemischt vor, welche getrennt die Charakteristik des Fundus und Pylorus bilden.

Was die Pylorusschleimhaut allmälig an Mächtigkeit gegenüber der intermediären Zone gewinnt kommt wiederum vorzugsweise dem Drüsenausgang zu gut. Fig. 1 zeigt zwei Pylorusdrüsen vom Hunde. Der Drüsenausgang ist mehr als zweimal so lang als die in ihn mündenden Schläuche. Wie Ebstein schon hervorgehoben ist der Drüsenausgang an der Einmündungsstelle der Drüsenschläuche etwas eingeschnürt, und auch wir wollen mit Heidenhain diese Stelle als den Drüsenhals bezeichnen.

Erhärtet man lebenswarm der Pylorusschleimhaut entnommene Stücke durch 2stündiges Einlegen in 1 % Ueberosmiumsäure, so findet sich bei der Untersuchung feiner Längs- und Querschnitte der so vorbereiteten Schleimhaut Folgendes. (Unsere Beschreibung bezieht sich auf den Zustand in der vierten Stunde nach der Nahrungsaufnahme und schliesst sich in vielen Punkten an die von Ebstein für diese Phase der Verdauung gegebene Schilderung an.)

Die überwiegende Zahl der Zellen ist durch die Säure leicht gebräunt; im Drüsenausgang heben sich einige (a) durch ihre helle Beschaffenheit von ihrer Umgebung ab. Diese hellen Stellen sind aber nicht, wie Ebstein dies gethan, mit jenen an der Basis der hohen Cylinderzellen gelegenen und von Ebstein „Ersatzzellen" genannten Gebilden (b) zu verwechseln. Die in der Ueberosmiumsäure fast ungefärbten Zellen (a) liegen, wie dies Fig. 2, nach einem Querschnitt durch den Drüsenausgang, zeigt, mit den übrigen gebräunten Cylinderzellen um das Lumen des Drüsenausganges herum; ragen aber nicht soweit nach abwärts wie diese, d. h. sie erreichen mit ihrer Basis die Membrana propria nicht. Der Inhalt der Zellen ist wie gesagt ganz hell, homogen; der Kern grösser als der der übrigen Cylinderzellen; er führt in seinem Innern gewöhnlich kein

Kernkörperchen, wie es sich stets in den dicht an der Membrana propria gelagerten Kernen der hohen Cylinderzellen findet. Was die sogenannten Ersatzzellen (b) anlangt, so liegen sie, wie Ebstein dies auch angegeben, an der Membrana propria dicht an; sie zeichnen sich durch ihre Breite und den grösseren Kern vor den übrigen Zellen aus, während sie in der Länge weit hinter jenen zurückbleiben. Fig. 3 von einem Schrägschnitt des Drüsenausganges, der das Lumen nicht getroffen, zeigt die drei Zellarten neben einander; es entsprechen die Zellquerschnitte a, b, c den gleichnamigen und oben näher characterisirten Längsschnitten der Zellen in Fig. 2. Die Lage der Fig. 3 würde etwa der durch die Linie b x in Fig. 2 bezeichneten Richtung entsprechen.

Indem ich die Deutung der gefundenen Verhältnisse für ein anderes Capitel, die Regeneration der Epithelien betreffend, aufbewahre, gehe ich zur Schilderung der eigentlichen Drüsenkörper über.

Die Drüsenkörper münden zu drei bis vier vereinigt vermittelst eines verschmächtigten Halses in den Drüsenausgang. Der Zellenbelag dieser Abtheilungen besteht zum grössten Theil aus Schleim producirenden Zellen, die zu verschiedenen Zeiten der Verdauung jene von Ebstein beschriebenen Veränderungen erleiden. An einigen Schläuchen sind die unteren blinden Enden gewaltig erweitert. Diese Erweiterung ist unabhängig von der Anfüllung der Lumina mit Schleim; denn die Höhe der Zellen ist dieselbe im unteren erweiterten Ende und im oberen schmalen Ende des Drüsenkörpers. Man vergleiche die bei gleicher Vergrösserung gezeichneten Figuren 5 und 6 zu diesem Zwecke. Fig. 5 stammt aus dem in Fig. 4 im Querschnitt dargestellten gewaltig erweiterten unteren Ende; Fig. 6 aus der Nähe des Drüsenhalses. Wäre das Lumen durch Secret mechanisch erweitert, so müssten die Zellen abgeplattet sein, wie es sich regelmässig in den Harnkanälen nachweisen lässt. Die reiche glatte Musculatur, welche unter Kreuzung ihrer Fasern von der Muscularis Mucosae aufsteigend, je einen Drüsenausgang und die zugehörigen Drüsenschläuche umgibt, scheint durch Verkleinerung des Dickendurchmessers der Schleimhaut das Secret an die Oberfläche zu schaffen.

In den erweiterten unteren Enden der Drüsenkörper findet sich nur eine Sorte schmaler Cylinderzellen und hier passt Ebstein's Beschreibung vollkommen. Geht man aber aufwärts bis

in die Gegend des Drüsenhalses, so zeigen sich neben den schmalen Cylinderzellen mit relativ kleinem Kern noch andere Zellen, die sich durch ihre Breite und die Grösse ihres Kernes vor den übrigen auszeichnen. Man sieht diese Zellen nicht in allen Schläuchen. Wie Fig. 6 erläutert, erreichen diese Zellen das Lumen des Schlauches. In Fig. 7 ist ein Querschnitt einer solchen Zelle (p) umgeben von Querschnitten, der die Hauptmasse der Epithelien bildenden cylindrischen Schleimzellen dargestellt. Ausser der Grösse des Kernes zeichnen diese Zellen eine reiche Zahl von Körnchen aus, die in Ueberosmiumsäure geschwärzt werden.

Fragt man nun nach den Unterschieden der beiden Zellenarten in den Labdrüsenschläuchen, so sind die Eigenthümlichkeiten der Pepsinzellen gegenüber den Schleimzellen dieser Gegend die Grösse ihres Zelleibes und Zellkernes und ganz besonders die Einlagerung zahlreicher in Ueberosmiumsäure zu schwärzender Körnchen.

Somit stehe ich nicht an, die protoplasmatischen Zellen, wie sie sich vereinzelt in den Drüsenschläuchen des Pylorustheiles des Hundemagens finden, für Pepsinzellen zu erklären. Analoge Zellen finden sich im Pylorustheile des Schweinemagens und in demselben Abschnitte des Magens von Triton cristatus. Der Magen dieses Amphibium zeigt in ähnlicher Weise eine intermediäre Zone wie der des Hundes. Die Drüsenausgänge werden immer mächtiger bei Abnahme des Dickendurchmessers der Gesammtschleimhaut; die Pepsinzellen, welche im Fundustheile ausschliesslich die Drüsenschläuche bis nahe der Oberfläche auskleiden, ziehen sich immer mehr und mehr auf den Grund der Drüsenkörper zurück; hin und wieder ist ein ganz mit Schleimzellen bekleideter Schlauch untergemischt, bis schliesslich diese allein vorhanden sind, und man nur hier und da eine characteristische Pepsinzelle unter ihnen antrifft.

Was ergibt sich aus diesem Befunde?

Die Differenzen zwischen Heidenhain, Grützner und meiner Auffassung betreffen den Modus und den Ort der Fermentbildung. Nach Grützner ist der Fermentgehalt der Drüsen im Hungerzustande ein maximaler; meinen Beobachtungen zufolge werden während der Verdauung die Drüsen reicher an Ferment. Ich verlege die Bildung der Magensaftfermente in die protoplasmatischen Pepsinzellen; Heidenhain lässt diese Fermente in den Hauptzellen entstehen.

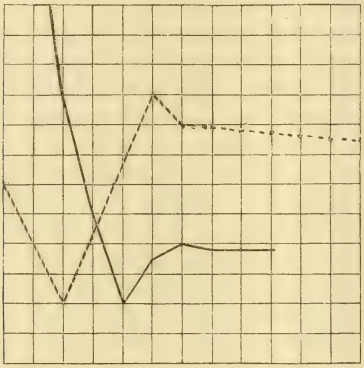
Den ersten Punkt anlangend ist Heidenhain (allerdings mit

Benutzung der colorimetrischen Methode Grützner's) über den Gang der Secretion in einem isolirten Stücke des Magenfundus zu dem Resultate gelangt, dass während der Verdauung der Pepsingehalt des Secretes am grössten sei (Pflüger's Archiv, Bd. XIX, pag. 162). Es würde dieses sich sehr wohl mit dem grösseren Pepsingehalt der Schleimhaut — wie ich ihn während der Verdauung angetroffen — vereinbaren lassen.

In vollem Gegensatz hierzu steht Alles, was Grützner bisher über die Bildung und Ausscheidung des Pepsins veröffentlicht hat. **Der Widerspruch bezieht sich gleichmässig auf den Pepsingehalt der Schleimhaut und den des aufgefangenen Magensaftes.** Die von Grützner construirten Curven (Neue Untersuchungen über die Bildung und Ausscheidung des Pepsins 1875) zeigen alle zu Anfang der Verdauung einen maximalen Pepsingehalt an; mochte es sich um Versuche mit dem Secrete aus einer Magenfistel oder um die Extracte von Magenfundis handeln, die in verschiedenen Phasen der Verdauung gewonnen waren.

Grützner vertheidigt wie gesagt die Ansicht, dass in den Labdrüsen vorzüglich während des Hungerzustandes das Pepsin gebildet und nach der Nahrungsaufnahme aus den Zellen eliminirt werde. Der Pylorus soll während der Verdauung mehr Pepsin enthalten als im Hungerzustande. Es ist nun schon von vornherein unwahrscheinlich, dass die Drüsen im Pylorustheile nach ganz anderem Princip arbeiten sollen, als die des Fundus, und ich habe schon früher eine Erklärung für die Grützner'schen Angaben darin gefunden, dass während der Verdauung mehr Pepsin in die zu untersuchende Pylorusschleimhaut hineininfiltriren könne. Gibt man aber auch zu, es sei alles aus einer todten Schleimhaut extrahirte Pepsin genuin im Pylorus entstanden; es sei der von Grützner urgirte Bildungsmodus der wahre, d. h. der Pylorustheil liefere im Laufe der Verdauung mehr Pepsin als kurz nach der Nahrungsaufnahme, so sind die Befunde Grützner's dennoch keineswegs mit denen Heidenhain's in Einklang zu bringen. Alle Curven Grützner's über den Gang der Magensaftsecretion zeigen genau wie diejenigen, welche aus Verdauungsversuchen mit Extracten der Fundusschleimhaut zusammengestellt sind, vom Anfang bis zur vierten Stunde der Verdauung einen rapiden Abfall im Pepsingehalt. Im Laufe der Verdauung wird die anfängliche Höhe nicht wieder erreicht. Da dieses Verhalten als das gesetzmässige

characterisirt wird, so sei es zur besseren Versinnlichung des Gegensatzes zwischen Heidenhain und Grützner erlaubt ihre Curven in einander zu zeichnen. Aus der Arbeit Grützner's[1]) wähle ich Curve 4, die am prägnantesten das ausgesprochene Gesetz darstellt.



Die von Heidenhain[2]) gegebene Curve ist hier mit gestrichelten Linien gezeichnet; das Minimum ist bei beiden Curven gleich gemacht und dementsprechend alles Uebrige umgerechnet. Einer weiteren Erklärung wird es kaum bedürfen.

Ein directer Vergleich ist nun zwar nicht möglich, da Heidenhain mit dem Secret des Magenfundus und Grützner mit dem des ganzen Magens experimentirt hat. Doch wird durch diesen Umstand der eigentliche Unterschied nur verringert, da Grützner zur Zeit des verminderten Pepsingehaltes im Secret, die nach ihm zusammenfällt mit einer Verringerung des Pepsins im Magenfundus, eine Zunahme an Ferment im Pylorustheile behauptet. Wären wir im Stande dieses Plus zu subtrahiren, wobei wir allerdings mit Grützner voraussetzen müssen, dass eine pepsinreichere Schleimhaut auch mehr Pepsin liefere als eine fermentarme, so würde der Un-

1) Neue Untersuchungen über die Bildung und Ausscheidung des Pepsins. Breslau 1875.

2) Pflüger's Archiv Bd. XIX.

terschied im ansteigenden Schenkel der Curven noch bedeutend grösser ausfallen. Da aber beide Curven mit derselben Methode gewonnen sind, so bedürfen sie der Verificirung durch eine andere Methode.

Die Darstellung Grützner's hatte allerdings nach der Heidenhain'schen Entdeckung der als Pepsinbildner angesprochenen Hauptzellen (Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. VI) etwas Bestechendes: da gezeigt werden konnte, dass conform dem jeweiligen Pepsingehalt der Schleimhaut oder ihres Secretes die Hauptzellen characteristische Veränderungen erlitten.

Die Hauptzellen sind gross, wenn nach Grützner's Beobachtungen viel Pepsin in Schleimhaut oder Secret vorhanden; klein, wenn das Umgekehrte der Fall ist. — Die sog. Belegzellen wollten sich den aus Verdauungsversuchen gewonnenen Zahlen nicht gefügig zeigen.

Nun weist Heidenhain nach, dass das Secret der Labdrüsen zu der Zeit am pepsinreichsten ist, wo nach seinen eignen früheren durch mich bestätigten Untersuchungen die Belegzellen am grössten sind.

Die von mir im XV. Bande des Archivs für mikroskopische Anatomie mitgetheilten Verdauungsversuche liefern den Beweis, dass die Schleimhaut des Magenfundus um diese Zeit am reichsten an Pepsin ist.

Sollte man auf Grund dieser Uebereinstimmung nicht daran denken dürfen, dass die Belegzellen dennoch die Pepsinbildner sind? Und hiermit kommen wir zum zweiten controversen Punkt. Heidenhain hat sich jedoch keineswegs zu der Ansicht bekannt, dass die Belegzellen, für die ich den alten Namen „Pepsinzellen" vorschlug, die Pepsinbildner seien. Er ist vielmehr nach wie vor, und gestützt auf die positiven Erfolge am isolirten Pylorustheile des Magens zuversichtlicher der Ansicht, dass die Hauptzellen die Pepsinbildner seien.

Nähme man dieses an, so steht von vornherein so viel fest, dass die von Grützner behauptete Congruenz der Veränderungen in den Hauptzellen der Labdrüsenschläuche mit dem Pepsingehalte des Secretes eine Inversion erfahren muss; denn die Hauptzellen sind am kleinsten, wenn der Pepsingehalt des Secretes am grössten ist. Ich wende mich aber überhaupt gegen die Berechtigung der Annahme einer Pepsinbildung in den sogenannten

Hauptzellen. Wem die vom vergleichend anatomischen Standpunkte und die aus embryologischen Daten geltend gemachten Gründe, die Conformität der Veränderungen in den Pepsinzellen mit dem Gehalte der Schleimhaut und ihres Secretes an Pepsin nicht genügen, möge Folgendes bedenken.

Aus dem isolirten Pylorussack konnte Heidenhain nie mehr als 2—3 ccm alkalischen Secretes in der Stunde gewinnen. (Pflüger's Archiv Bd. XVIII, pag. 171). Der kleine Nebenmagen (eod. I. Bd. XIX, pag. 151 und 160), gebildet aus einem abgetrennten kleinen Stücke des Magenfundus, lieferte bis zu 26 ccm Secret pro Stunde.

Wenn nun in der That die Hauptzellen, also auch die Zellen im Pylorustheile des Magens die Pepsinbildner sind, so muss dem reinen Pylorussecret jedenfalls eine kräftiger verdauende Wirksamkeit zukommen als dem des Fundus, da das Pylorussecret in so concentrirter Form ausgeschieden wird. Denn es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass in beiden Fällen — ich meine den Hund mit isolirtem Pylorus und den mit isolirtem kleinen Theilstücke des Fundus — die eigentlich secernirenden Elemente im Sinne Heidenhain's, d. h. die Hauptzellen, nahezu gleich an Zahl gewesen sind. Die stärkere Secretion im abgetrennten Stücke des Magenfundus kann sicherlich nur auf Rechnung der hier befindlichen Belegzellen gesetzt werden. Da diese aber nach Heidenhain kein Pepsin absondern, so kann durch ihre Thätigkeit der procentische Pepsingehalt des Secretes nur abnehmen. Ich glaube aber nicht, dass Jemand behaupten wird, ein Stück des Pylorus secernire gleich viel Pepsin als ein gleich grosses Stück vom Magenfundus.

Nachdem ich jedoch die von früheren Autoren gemachten Angaben über das Vorkommen von Pepsinzellen (nicht ganzen Labdrüsenschläuchen) im Pylorustheile bestätigte, fällt auch der letzte Grund fort, die protoplasmatischen Zellen in den Labdrüsen als Fermentbildner anzuzweifeln. Für die Erklärung der minimalen Wirkungen des Extractes der Schleimhaut am Pylorus genügt das Vorhandensein weniger Pepsinzellen. Das Ueberwiegen der Schleimzellen erklärt ebenso befriedigend die alkalische Reaction des isolirt aufgefangenen Secretes, über dessen Wirkungen noch keine messenden Versuche vorliegen.

Ich hoffe hiermit überzeugend dargethan zu haben, dass auch

im Magen der Säugethiere wie in allen bekannten übrigen Drüsen protoplasmatische Zellen — Pepsinzellen — als Fermentbildner fungiren, dass diese Zellen in grosser Zahl im Fundus vorhanden und nur spärlich im Pylorus zu finden sind; ich halte fest an dem Satz, dass durch den Reiz der eingeführten Nahrung der Fermentreichthum in den Drüsen gesteigert werde.

In meiner ersten Mittheilung über die Fermentbildung in den Drüsen hatte ich unter Anderem auch von der Glandula submaxillaris des Kaninchens gehandelt. Kurz nachdem ich die zweite Mittheilung über diesen Gegenstand veröffentlicht hatte, trat Herr Langley in Kühne's Untersuchungen mit der Beobachtung mir entgegen, dass durch Alcohol die von mir als Ferment angesprochene Substanz zu extrahiren sei, dass also diese Substanz, die sich allerdings in Ueberosmiumsäure färbe, kein Ferment sei. In der Glandula submaxillaris des Kaninchens findet sich aber dennoch Ferment; von der Submaxillardrüse des Rindes, die ebenfalls kein Ferment enthalten soll, habe ich im XV. Bde. d. Arch. quantitative Bestimmungen von Zucker mitgetheilt, der nach Zusatz geeigneter Extracte der vermeintlich fermentfreien Drüsensubstanz zu Kleister gebildet worden war. Für die Glandula submaxillaris des Kaninchens behaupte ich auch heute in Grundlage meiner früheren und inzwischen recht oft erneuerten Versuche ein nachweisbares Vorkommen von Ferment, wenn man die Drüse sofort vom mitten in der Nahrungsaufnahme getödteten Thiere entnimmt.

Langley hat übrigens nicht das gesehen, was ich beschrieben und abgebildet habe. Nicht die Drüsengangzellen, wie Langley meint, sondern die Uebergangszellen werden in fermenthaltigen Drüsen durch Ueberosmiumsäure am intensivsten geschwärzt. So mag es auch kommen, dass Langley eine Substanz durch Alcohol extrahirt zu haben glaubt, die auch vor der Alcoholbehandlung von zweifelhaftem Character war. In fermenthaltigen Drüsen wird durch voraufgehende Erhärtung in Alcohol die durch Ueberosmiumsäure zu bewirkende Färbung der Zellen am Uebergang der Alveolen in den Ausführungsgang nicht aufgehoben. Man muss nur dafür sorgen, dass das in Alcohol gehärtete und dadurch specifisch leichtere Drüsenstückchen mit der Ueberosmiumsäure gehörig in

Contact kommt. Berücksichtigt man nun ferner, dass selbst bei frischen Geweben die Einwirkung der Ueberosmiumsäure wegen der stattfindenden Erhärtung nur eine oberflächliche ist und nicht in die Tiefe dringt, so wird man die zu untersuchenden Parthien an Präparaten, die schon vor der Einbringung in Ueberosmiumsäure stark gehärtet waren, nur an der Oberfläche suchen. Wenn nun auch in Folge der Erhärtung die Osmiumwirkung an Alcoholpräparaten im Allgemeinen eine geringere ist als bei frischen Drüsen, so liegt das beste Argument gegen Langley's Raisonnement — der in Ueberosmiumsäure sich schwärzende Stoff sei dem Gewebe durch absoluten Alcohol zu entziehen — in der von mir d. Archiv Bd. XIII gemachten Angabe, dass die nach mehrfacher Fällung mit Alcohol gewonnenen Drüsenextracte sich in Ueberosmiumsäure schwärzen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXV.

(Alle Figuren sind mit der Camera lucida in der Höhe des Objecttisches entworfen; die Präparate stammen von der Pylorusschleimhaut eines vier Stunden nach der Nahrungsaufnahme getödteten Hundes.)

Fig. 1. Zwei Pylorusdrüsen. a helle Schleimzellen.
p Pepsinzellen am Drüsenkörper.

Fig. 2. Querschnitt durch den Drüsenausgang.
a wie in Fig. 1.
b Ersatzzellen Ebstein's.
c Cylinderzellen.
(Zeiss CC, Oc. I.)

Fig. 3. Querschnitt der Zellen aus derselben Gegend.
(Zeiss F, Oc. III.)

Fig. 4. Querschnitt durch das untere blinde Ende des Drüsenkörpers einer Pylorusdrüse.
(Zeiss CC, Oc. I.)

Fig. 5. Cylinderzellen aus derselben Gegend zur Demonstration des ausschliesslichen Vorkommens dieser Zellenart im unteren Drüsenende.
(Zeiss F, Oc. I.)

Fig. 6. Querschnitt durch den Drüsenkörper in der Nähe des Drüsenhalses.
p Pepsinzelle.
s Schleimzelle.
l Drüsenlumen.
(Zeiss F, Oc. I.)

Fig. 7. Die Zellen derselben Gegend im Querschnitt; Bezeichnung wie vorher.
(Zeiss F, Oc. III.)

Die Entstehung des Blutes und der ersten Gefässe im Hühnerei.

Von

Dr. **J. Disse,**

I. Assistenten am anatomischen Institut zu Strassburg.

Hierzu Tafel XXVI, XXVII, XXVIII.

So wenig wie die Ansichten über die Genese des mittleren Keimblattes beim Vogelei auch nur in den hauptsächlichsten Puncten in Uebereinstimmung zu bringen sind, so wenig herrscht Klarheit über die Beantwortung der Frage nach der ersten Anlage des Blutes und der Blutbahnen.

Musste schon ein Beobachter vom Range Remak's sich ausser Stande erklären, genauer anzugeben, wie die Blutzellen entstehen: konnten schon die nächsten Nachfolger ihre Beobachtungen nicht in übereinstimmender Weise deuten: darüber waren sie wenigstens mit Remak einig, dass das Blut im mittleren Keimblatt entstände, und ebenso von Furchungszellen abstamme, sowie die übrigen Producte des Mesoblasten. So weit wenigstens wahren Afanasieff und Klein den principiellen Standpunct Remak's; schon früher hatte Kölliker viel enger an Remak sich angeschlossen. Einer ganz verschiedenen Auffassung suchte dagegen His Geltung zu verschaffen. Er glaubt dem Blute, sowie den Bindesubstanzen überhaupt einen gesonderten Ursprung zuschreiben zu müssen; sie sollen nicht von Zellen, die aus dem Bildungsdotter stammen, abzuleiten sein, sondern von den Elementen des Nahrungsdotters, denen man bisher plastische Eigenschaften nicht hatte zuerkennen wollen.

Es soll sich nach His der Wirbelthierleib aufbauen aus zwei getrennten Keimen. Der eine, „Archiblast", dessen Material der sich furchende Bildungsdotter liefert, ist die Quelle der physiologisch bedeutsamen, den Functionen des animalen Lebens vorstehenden Gewebe, nämlich der Epithelien, Muskeln und Nerven; die den vegetativen Verrichtungen dienenden Bindesubstanzen dagegen sollen, entsprechend ihrer verschiedenen physiologischen Dignität, einen morphologisch gesonderten Ursprung haben; sie sollen „parablastischer" Natur sein, und aus dem weissen Nahrungsdotter entstehen. Der functionelle Gegensatz der Bindesubstanzen gegenüber den andern einfachen Geweben wäre durch den verschiedenen Ursprung bedingt; es wäre ferner in diesem die Erklärung für die Thatsache gegeben, dass die Bindesubstanzen niemals Epithelien oder Muskeln, die Epithelien nie Bindegewebe, Knorpel oder Knochen würden.

Fand nun auch zunächst diese dualistische, auf physiologischen Gesichtspuncten beruhende Auffassung des Organismus wenig Anklang, so hat sie doch mit dahin geführt, die Annahme, dass Alles, was den Organismus bilden hilft, ein und derselben Quelle entstamme, stark zu erschüttern. Es ist mehr und mehr die Aufmerksamkeit auf den Nahrungsdotter hingelenkt worden; die Möglichkeit, dass auch in diesem Theil des Eies Zellen vorhanden seien, oder sich neu bilden könnten, hat man nicht a priori abgewiesen, und es haben in neuester Zeit z. B. allein für das Hühnerei Goette und Balfour einen Theil der zum Keime hinzutretenden Zellen aus dem Nahrungsdotter wenigstens einwandern lassen. Wenn auch beide Beobachter daraus nicht gefolgert haben, was His aus ähnlichen Beobachtungen schloss: Remak's stillschweigende Voraussetzung, dass allein der Bildungsdotter die Bausteine des Organismus liefere, glaubten sie nicht mehr aufrecht erhalten zu können.

Gegenüber diesen Abweichungen von der eine Zeit lang unbestritten herrschenden Lehre Remak's hat nur der letzte Beobachter, Kölliker, mit Entschiedenheit die alleinige Richtigkeit des Remak'schen Standpunctes betont. In ganz besonderem Maasse gilt dies für die Bildung des Blutes, die, mit alleiniger Ausnahme Kölliker's, von jedem Beobachter nach Remak in einer anderen Weise geschildert worden ist, so dass es beinahe unmöglich scheint, die verschiedenen Angaben auch nur soweit in Uebereinstimmung zu bringen, dass man über die Hauptpuncte ins Klare kommt.

Hauptsächlich betreffen die Differenzen die erste Entstehung, die Quelle des Blutes. Deswegen bedürfen die Vorgänge im Keim bis zum Auftreten der Blutmassen und der ersten Blutbahnen einer erneuten Untersuchung. Selbstverständlich muss die Beobachtung von einer genauen Untersuchung der Localität ausgehen, in der das erste Blut sich zeigt, nämlich des Keimrandes. Wie ist zu Anfang der Bebrütung der Keimrand beschaffen? Wie bildet er sich um während der Bebrütung, und woher stammen die Zellen, die zu Blut werden? Das sind die zunächst zu beantwortenden Fragen. Da aber auch noch streitig ist, wie sich die Gefässwände zu ihrem Inhalt verhalten, ob beides unabhängig von einander entsteht, oder nicht, so muss auch diese Frage beantwortet werden.

Es wird eine Uebersicht der bisherigen Beobachtungen zwar erweisen, dass die Antworten einander direct widersprechen; sie wird aber auch zeigen, warum die Widersprüche auftreten mussten. Es hat ein Theil der Beobachter hauptsächlich Durchschnitte, ein anderer hauptsächlich Flächenbilder untersucht; eine genügende Combination beider Untersuchungsmethoden habe ich bei keinem Beobachter angetroffen.

Remak (1) hat, soweit seine Methoden erlaubten, mit beschränkten Mitteln Erstaunliches geleistet. Er geht vom Studium der Randpartie des Keimes aus; aber die ersten Stadien blieben ihm unbekannt. „Wie der Rand der Keimscheibe sich zum Dotter verhält", sagt er, „konnte ich an unbebrüteten Eiern nicht ermitteln" (pag. 2). Er giebt aber eine präcise gefasste Schilderung des Keimrandes zu Ende des ersten Tages, die ich zum grössten Theil mit seinen eigenen Worten wiedergeben will, da seine Darstellung ein Muster von Bestimmtheit und Klarheit ist.

„Der äussere Umfang des Embryo wird durch den äusseren Rand der Seitenplatten bestimmt. Den jenseits dieses Randes gelegenen Theil der Keimscheibe, welcher aus drei Blättern, dem peripheren Theil des Hornblatts, dem peripherischen Theil des mittleren Blattes und dem peripherischen Theil des Darmdrüsenblattes besteht, nenne ich das Keimlager (pag. 11).

Am Schlusse des ersten Tages befindet sich nur ein kleiner Theil des Keimlagers im Bereich der area pellucida, der grössere im Bereich des Dotters, in der area opaca. Das oberste Blatt breitet sich am schnellsten und weitesten auf der Oberfläche des

Dotters, dicht unter der Dotterhaut aus; das mittlere Keimblatt folgt zwar dem Hornblatte, bleibt aber an Umfang weit hinter ihm zurück; das Drüsenblatt hängt am Rande des Fruchthofes so innig mit dem Dotter zusammen, dass es ohne Gewalt nicht von demselben getrennt werden kann." .... „Eine membranöse Schicht, die Dotterrinde, ist es, mit welcher das Drüsenblatt in Verbindung bleibt. Sie bedeckt den peripherischen Theil der Keimhöhle und geht nach Aussen hin unmittelbar in den übrigen, freien Dotter über (pag. 14, 15, §§. 23, 25, 26).

Die Dotterrinde besteht ihrer Hauptsache nach aus runden oder ovalen Körpern, welche den Kugeln des übrigen freien Dottergelbs ähnlich sind. Sie unterscheiden sich von denselben durch geringeren Umfang, grössere Festigkeit und Durchsichtigkeit sowie den Mangel eines feinkörnigen Inhalts. Zwischen ihnen zeigen sich helle, schmale Zwischenräume. In der Nähe des Fruchthofs sieht man statt der isolirten Dotterkugeln Gruppen von kleineren, welche ihnen an Umfang gleichkommen, und in vielen Fällen kann man sich überzeugen, dass die hellen Conturen, welche jene Gruppen umgeben, der Lage nach durchaus den Conturen der mit Fetttröpfchen erfüllten Drüsenblattzellen entsprechen". (§. 27, pag. 16.)

Remak spricht sich also über den Ort, wo das mittlere Keimblatt aufhört, und über die Art seines Randes nicht aus; auch das Darmdrüsenblatt verliert sich nach ihm in die Dotterrinde, ohne dass er angäbe, wieweit diese als seine Fortsetzung zu betrachten wäre. Er hält die Kugeln der Dotterrinde indess für Zellen, und glaubt, dass ihr Inhalt durch eine Art von Furchungsprocess zerfiele.

Es wäre aber am Ende des ersten Tages eine gewisse Strecke der area opaca dreiblättrig; das geht auch aus Remak's schematischen Querschnittszeichnungen hervor. (Tafel II, Figur 17. D.)

Entsprechend diesen summarischen, nicht auf histologisches Detail eingehenden Angaben über das Verhalten des Keimlagers ist auch die Schilderung über das Auftreten des Blutes im Lapidarstil abgefasst. Da Remak nach eigener Angabe nicht wusste, „wie die ersten Blutzellen entstehen" (pag. 14), so beschränken sich seine Angaben auf die Bildung der Gefässe. Die Gefässe bilden sich „im peripherischen Theile des mittleren Keimblatts; sie erscheinen als netzförmig verbundene, beinahe undurchsichtige Cylin-

der"; dieselben werden, „namentlich am Rande des Fruchthofes", zu Canälen, deren Wand eine einfache Zellenlage ist. „Die meisten Gefässcanäle erscheinen innerhalb des Fruchthofes durchaus leer von Zellen .... Dagegen sind die breiten Gefässcanäle in der area vasculosa in der Regel schon am Schlusse des ersten Tages, bevor noch eine Spur des Herzens sich zeigt, mit zahlreichen, theils farblosen, theils gelbröthlichen granulirten Zellen (Blutzellen) gefüllt." Vermuthlich „verdanken diese den in der Axe der Gefässanlagen befindlichen Zellen ihr Entstehen".

Die Gefässe also legen sich solide an, und werden hohl; die in der Axe liegenden Zellen werden Blut, die peripheren bilden die Gefässwand. Die Gefässe sind also Intercellularräume. Wie die soliden Cylinder gebildet werden, sagt Remak nicht; das erste Auftreten derselben schildert er aber, ebenso wie ihr späteres Verhalten, viel richtiger als mehrere seiner Nachfolger.

Afanasieff (4) studirte, wie Remak, hauptsächlich Flächenbilder; er untersuchte aber nicht die area opaca, wo doch das Blut zuerst auftritt, sondern die area pellucida, indem er voraussetzte, dass der Entwickelungsmodus der Gefässe und ihres Inhalts in beiden Gegenden der gleiche sei. Er kommt zu dem Resultate, dass die Blutbildung nicht nur auf die area opaca beschränkt ist, sondern auch in der area pellucida stattfindet, dass aber keineswegs die Gefässanlagen solide sind.

Er findet nämlich im mittleren Keimblatt blasenartige Gebilde, die vermuthlich durch Hohlwerden einer Zelle oder eines Zellenaggregats entstehen; in der Wand der Blasen finden sich Kerne und „buckelförmige Erhabenheiten". Die Blasenwand treibt Fortsätze nach Innen und Fortsätze nach Aussen; letztere treten mit denen benachbarter Blasen in Verbindung. Zwischen den Blasen bleiben Hohlräume und in diese, die ein zusammenhängendes Canalsystem bilden, kommen die Blutkörper hinein; die letzteren sind nämlich Producte der Blasenwand, die durch Abschnürung frei werden.

Es würden sich also die Gefässe zuerst anlegen; der Gefässinhalt aber wäre als Product der Gefässwand zu betrachten.

Diese Beobachtungen sind lückenhaft; die beschriebenen Blasen sieht man zwar, aber was sie eigentlich bedeuten und wie

der Anschein einer Blasenbildung entsteht, ist Afanasieff durchaus unbekannt geblieben. Die Frage, wie es denn kommt, dass zuerst in der area opaca das Blut auftritt, hat Afanasieff gar nicht aufgeworfen und die area opaca fast gar nicht studirt; deshalb steht er seinen Bildern rathlos gegenüber, er kann sie nicht wegläugnen aber noch weniger deuten.

Es hat auch der nächste Beobachter, His (2) den von Afanasieff gewählten Weg nicht eingeschlagen; er beginnt mit dem genauen Studium der Keimperipherie, wobei seine Beobachtungen die von Remak vielfach ergänzen, aber auch in manchen Puncten wesentlich von den früheren abweichen.

Nach His besteht der Keim des befruchteten, unbebrüteten Eis aus einem zusammenhängenden oberen Keimblatt, dem die Anlage des noch unvollständigen unteren Keimblattes in Gestalt verstreuter Zellenhaufen, der „subgerminalen Fortsätze", anliegt. Der Rand des Keims ruht auf einem dicken Ringe weissen Dotters, dem „Keimwall", der in eine dickere innere, eine dünnere äussere Zone zerfällt. In den Keimwall hinein erstrecken sich ebenfalls subgerminale Fortsätze, und auf seiner Oberfläche liegt der Rand des oberen Blattes auf. Erstere vermehren sich im Laufe der Bebrütung, so dass das den Keimwall durchsetzende Zellennetz immer dichter wird; dabei bildet sich an der unteren, dem gelben Dotter zugewandten Keimwallfläche eine zusammenhängende Zellenlage aus, die ebenso den Keimwall vom gelben Dotter trennt, wie das obere Keimblatt ihn von der Dotterhaut scheidet.

Der Keimwall wird also zu einer von Zellen durchwachsenen, zwischen zwei Zellenschichten eingeschlossenen Lage weissen Dotters.

Nach Vollendung der unteren Zellenlage, die His „untere Gränzschicht" nennt, trennt sich die innere Zone des Keimwalls ganz vom Dotter ab und bleibt in Verbindung mit dem oberen Keimblatte. Das untere Keimblatt, das sich unterdessen im Centrum des Keims aus den subgerminalen Fortsätzen gebildet hat, geht in diese innere Zone des Keimwalls über.

Dieselbe ist also identisch mit der „Dotterrinde" Remak's; sie besteht aber nicht aus „Dotterzellen", wie jener angab und die er genau beschrieb, sondern aus **weissem Dotter,** in dem Zellennetze sich finden.

Auf der abgelösten Keimwallschichte bildet sich eine zusam-

menhängende Zellenplatte, das „Gefässblatt“. Die Bildung desselben erfolgt nicht durch Zellen allein, sondern unter Betheiligung der Dotterelemente des Keimwalls. Diese selbst ändern sich dabei in doppelter Weise. „Ein grosser Theil der Dotterelemente erfährt zunächst einen Zerfall der Kerne (als solche sieht His die Inhaltskörper an), welchem entweder eine Lösung der letzteren, oder eine vorherige Lösung der umhüllenden Membran folgt. Im ersteren Falle bilden sich die bekannten Vacuolen, im letzteren kleinere Anhäufungen der freien (freigewordenen) Kerne. Letztere lösen sich nach und nach gleichfalls auf, oder sie fallen den archiblastischen Zellen als Nahrung anheim (S. 75).

Diese regressive Metamorphose betrifft die innersten, oberflächlichsten Dotterelemente des Keimwalls.

Neben den zerfallenden „findet man im inneren (d. h. abgelösten) wie im äusseren Keimwall eine grosse Anzahl von weissen Zellen (d. h. Dotterelementen), welche je nur einen, oder einige wenige etwas grössere Kerne enthalten. Eine weitere Metamorphose leitet sich damit ein, dass die Kerne dieser Zellen mit feinkörnigem Protoplasma sich umhüllen. So lange sie noch in der ursprünglichen Hülle eingeschlossen bleiben, können sie diese entweder nur sehr partiell, oder auch vollständig ausfüllen“ (pag. 76).

Die vollständig ausgefüllten Dotterkugeln enthalten meistens mehrere „Kerne“ und ihr „Protoplasma“ zerfällt in einzelne aneinander haftende runde Ballen, deren jeder einen „Kern“ umschliesst.

Dies sind die Aenderungen der area opaca, welche dem Auftreten des Blutes vorhergehen. Das wesentliche ist die Thatsache, dass in den Theil des Keims, in welchem das Blut zuerst auftritt, weisse Dotterelemente aufgenommen werden. Remak liess das Blut entstehen im peripherischen Theil des mittleren Keimblatts, der seiner „Dotterrinde“ aufliegt; His lässt es in der Dotterrinde, seinem Keimwall, sich bilden und auf die obere Fläche derselben treten. Wenn es dorthin gelangt ist, zeigen sich die schon von Remak beschriebenen soliden Cylinder; aber dieselben liegen nicht im mittleren Keimblatt, sondern in einer Zellenplatte, die unabhängig von demselben sich bildet, dem „Gefässblatt“, und sie treten erst in späteren Stadien mit dem mittleren Keimblatt in Verbindung.

Die Vorgänge, welche die Bildung des Gefässblattes einleiten, welche zum Auftreten der soliden Cylinder Remak's führen, beschreibt His folgendermassen (pag. 96, '97):

„Es können (in Folge der progressiven Metamorphose derjenigen Dotterelemente, welche wenige Kerne haben) in einer weissen Mutterzelle ganze Conglomerate von Tochterzellen enthalten sein, deren jede aus einem kernhaltigen, einer eigenen Membran entbehrenden Protoplasmaklumpen besteht. Solche Conglomerate besitzen, ihrer Zusammensetzung gemäss, eine höckerige Oberfläche, sie können selbst etwas verästelte Figuren bilden..... Die Protoplasmamasse, welche im Innern der weissen Dotterkugeln des Keimwalls sich entwickelt, zeigt sehr frühzeitig eine gelbliche Färbung.... Wo nun eine weisse Kugel einen bedeutenden Haufen von körnigen Zellen in sich entwickelt, oder wo mehrere solcher Haufen zusammenstossen, da ergiebt sich die Bildung eines röthlichen Fleckens oder einer Blutinsel."

Durch Zusammentreten der so entstandenen Zellhaufen, die anfangs von der Hülle der Dotterkugel, in der sie entstanden sind, umgeben werden, bildet sich das Gefässblatt. Es geschieht das zunächst „in den oberflächlichen Schichten des Keimwalls", später kommen die Blutinseln und die Zellen zwischen ihnen auf die obere Fläche des Keimwalls zu liegen.. „Wie die Gefässröhren sich bilden, ist schwer zu sagen; soviel ist sicher, dass zuerst compacte Zellenstränge da sind, in deren Innerem dann durch Auseinanderweichen der Zellenstränge ein enges Lumen auftritt" (pag. 98).

Das Gefässblatt tritt in die area pellucida derart hinein, dass es zwischen das Darmdrüsenblatt und die untere Muskelplatte (Darmfaserplatte Remak's) sich einschiebt.

Die Darstellung von His bringt also eine genauere Bestimmung dessen, was in der „Dotterrinde" enthalten ist. Dieselbe ist ein Gemisch von weissem Dotter und Zellen; der weisse Dotter ändert sich während der Bebrütung in bestimmter Weise um. Ob aber die als progressive Aenderung gedeutete Metamorphose eines Theiles der Dotterelemente richtig erkannt ist, ob dieselben wirklich zu Blutinseln werden, das ist eine Frage, welche die Darstellung von His nicht in befriedigender Weise löst. His hat gar nicht näher untersucht, ob seine Deutung die einzige sei, die sich den beobachteten Vorgängen geben lasse. Es ist dies eine Lücke in den sonst so genauen und sorgfältigen Untersuchungen

dieses Forschers; es musste unbedingt die erwähnte Frage aufgeworfen werden, da bei vielen Dotterelementen eine regressive Umwandlung mit Sicherheit constatirt wurde, und es a priori nicht wahrscheinlich war, dass gleichwerthige Dinge am selben Orte und unter ganz gleichen Bedingungen, in so verschiedener Weise sich umbilden würden. Auch vermisst man nähere Angaben darüber, was aus den subgerminalen Fortsätzen wird, die den Keimwall durchwachsen.

Neuerdings hat His (3) alle seine bezüglichen Angaben über die Aufnahme weisser Dotterelemente in den Randtheil des Keims und über deren Umwandlung zu Blutinseln aufrecht erhalten. Die aufgenommenen Dotterelemente, die „Keimwallkugeln" sollen sich in einer Weise umwandeln, „wie das freie Dotterkugeln nicht thun". „Es treten in ihrem Inneren abgegrenzte Haufen einer feinkörnigen, schwach gelbroth gefärbten Substanz auf, in welcher weiterhin helle Flecke und scharf abgegrenzte Kerne wahrnehmbar werden. Wir haben mit andern Worten Zellenbildung innerhalb der Dotterkugeln." Letzteres folgt noch nicht; denn wenn der Nachweis geliefert wird, dass derartige Dotterformen auch im freien Dotter sich finden, an Stellen, wo es zu keiner Zeit zu einer Zellbildung kommt, so ist das ein directer Beweis dafür, dass die von His geschilderten Umwandlungsstadien etwas anderes bedeuten, als Zellbildung in Dotterkugeln. Auf diesen Punct werde ich ausführlich zurück zu kommen haben.

Die Frage, ob das Blut aus dem weissen Dotter entstehe, ist von dem nächsten Beobachter, Klein (5) nicht aufgeworfen worden. Derselbe knüpft wieder an die Schilderungen Afanasieff's an, die er zunächst dadurch vervollständigt, dass er die Genese der von ersterem geschilderten Blasen eingehender studirt.

Nach Klein entstehen dieselben durch Vacuolenbildung in einzelnen Zellen des mittleren Keimblatts; die Vacuolen vergrössern sich und ihre Wand, das Protoplasma der ursprünglichen Zelle, wird dünner. Dabei theilt sich der Zellkern und seine Stücke rücken mit zunehmender Vergrösserung der Vacuole weiter auseinander. Auf diese Weise entsteht eine Blase, deren Wand in grösseren Abständen von einander Kerne enthält — Endothelblase. — Diese wird nun dadurch, dass von ihrer Wand Auswüchse nach Innen sich vortreiben, sich abschnüren und in die Blase hineinfallen, zu einer zellenhaltigen Kugel — Brutzelle.

Die hineingefallenen Körper sind Zellen und werden zu Blutkörperchen. Dieselben entstehen also nach Klein auf dem Wege einer **endogenen Zellbildung,** in eigenthümlich modificirten Zellen des mittleren Keimblatts. Wie ordnen sich nun die blutkörperhaltigen, geschlossenen Kugeln zu Gefässbahnen?

Es geschieht das durch Vergrösserung der Brutzellen, Aneinanderlegen derselben, und schliessliche Resorption der einander berührenden Flächen, so dass aus Reihen von Hohlkugeln Canäle werden, in denen der Inhalt der Hohlkugeln circulirt. Die Gefässe wären also aus hohlgewordenen Zellen hervorgegangen; sie wären nicht wie die bisherigen Beobachter angenommen hatten, Intercellularräume, sondern Intracellularräume. Das Blut käme auch nicht, wie Afanasieff angenommen hatte, in die Räume zwischen benachbarten Blasen hinein, sondern läge im Innern der Blasen selbst. Das ist eine wesentliche Differenz gegenüber den Angaben Afanasieff's.

Der Auffassung der Gefässe als intracellulärer Räume hat sich auch Balfour (6) angeschlossen. In den Einzelheiten weicht aber seine Darstellung erheblich von der Klein's ab. Die Vacuolenbildung hat er nicht bestätigen können; der Vorgang bei der Bildung des Blutes und der Blutbahnen ist vielmehr folgender: „Einige Zellen der Darmfaserplatte (splanchnopleure) senden Fortsätze aus; diese vereinigen sich mit denen anderer Zellen, und bilden so ein Netzwerk. Die Kerne der Zellen theilen sich, und vermehren sich sehr schnell an den Punkten, von denen die Zellfortsätze ausgehen (at the points from which the processes start, their division is especially rapid). Vornehmlich die an diesen Punkten gelegenen Kerne färben sich roth und werden zu Blutkörperchen; die übrigen werden mit sammt dem umschliessenden Protoplasma zu einem Endothelium, das sowohl die Blutmassen als die dieselben verbindenden Protoplasmazüge einhüllt (become converted into an endothelium both for the processes and the masses of corpuscles). Die Protoplasmastränge werden flüssig, und dadurch wird das ursprüngliche Zellennetz zu einem Netz von Hohlräumen, gefüllt mit Flüssigkeit und Blutkörperchen."

Die letzteren hätten demnach nur die Bedeutung von Kernen, nicht von Zellen.

Man sieht, dass weder die Angaben von His sich mit denen

Remak's vereinigen lassen, noch auch, dass einer derjenigen Beobachter, die wie Afanasieff, Klein und Balfour von Flächenbildern ausgegangen sind, derart mit seinen Vorgängern übereinstimmt, dass die Differenzen in der Deutung dagegen zurückträten. Es haben die drei Letzteren sehr ähnliche, wenn nicht die gleichen Bilder vor sich gehabt; die an dieselben geknüpften Folgerungen aber sind so grundverschieden, dass das Verständniss der Entstehung des Blutes und der Gefässe viel mehr erschwert, als gefördert erscheint.

Eine sowohl von Remak und His, als auch von Afanasieff, Klein und Balfour gänzlich abweichende Lehre findet sich in einer gleichzeitig mit Balfour's Darstellung verfassten Abhandlung von A. Goette (7). Dieser Forscher hat den Rand des Keims zuerst ganz richtig geschildert, er hat nachgewiesen, dass die innere Zone des Keimwalls von His, der Dotterrinde Remak's, weder Dotter allein, noch auch ein Gemisch von Dotter und Zellen sei, sondern eine Verdickung der unteren Keimschichte, die lediglich aus Zellen bestehe, und hat dieselbe, mit dem Namen „Randwulst" bezeichnet. Die Bedeutung dieses Randwulstes für die Bildung des mittleren Keimblattes hat Goette zuerst richtig gewürdigt; ebenso gebührt ihm das Verdienst, die richtige Methode für die Untersuchung der Vorgänge bei der Entstehung des Blutes wieder aufgenommen zu haben, nämlich das Studium von Durchschnitten des Keimrandes.

Wir müssen etwas weiter ausholen, um über die Veränderungen klar zu werden, die nach Goette's Darstellung im Randtheil des Keims bis zum Auftreten des Blutes vor sich gehen.

Wenn gegen Ablauf des Furchungsprocesses der grösste Theil der Furchungszellen den Keim constituirt, und dieser seine definitive Form, die einer zweischichtigen, in der Mitte dünnen, am Rande verdickten Platte annimmt, so greift die Furchung auf den Dotter unter dem Keim über, und producirt dort grosse granulirte Zellen, die Dotterzellen, welche zunächst da liegen bleiben, wo sie entstanden sind, und nicht zum Keim hinzutreten. An der Bildung des mittleren Keimblattes, die durch Zellverschiebung in der unteren Keimschicht aus dem Randwulst nach der Mitte des Keims hin erfolgt, nehmen die Dotterzellen keinen Antheil; sie treten erst in Function, wenn die Mesoblastbildung vollendet ist.

Ist dies geschehen, so sind die Zellen des Randwulstes dazu

verbraucht; der Randwulst ist geschwunden, und an seiner Stelle liegt die obere Keimschicht dem unter dem Randwulst gelegenen weissen Dotter, dem „Keimwall", auf. An diesen letzteren stösst der Hypoblast mit verdicktem Rande an; es ist also der Keimwall Goette's identisch mit der „Dotterrinde" Remak's.

Nun erweitert sich die Keimhöhle; dabei bleibt überall, mit Ausnahme eines Abschnittes der vorderen Peripherie, der Hypoblast mit dem „Keimwall" in Verbindung, und die Keimhöhle schiebt sich unter den Keimwall ein, so dass die obere Keimschicht nach wie vor demselben aufruht.

Der also vom Dotter abgelöste Keimwall hellt sich auf; der Inhalt seiner grossen Dotterkörner erscheint feingranulirt, und es treten Spalten in ihm auf, die ihn in polygonale Felder vom Umfange der grössten Embryonalzellen zerlegen. Dann sieht der Keimwall aus wie eine directe Fortsetzung des Darmblatts; in Wirklichkeit ist dem nicht so, denn er ist nicht etwa in Zellterritorien zerfallen, sondern bleibt nach wie vor Dotter, und die Spaltbildung ist ein Symptom der beginnenden Auflösung seiner Elemente.

In diesem Stadium wandern in den Keimwall die Dotterzellen von der Keimhöhle her ein; sie zerklüften sich, gelangen zwischen die Zellen des sich ausbreitenden Mesoblasten, und werden, von diesen umgeben, zu Blutinseln.

Nach Goette wären es also nicht Dotterelemente des Keimwalls, sondern in denselben eingewanderte Furchungszellen, die zu Blutinseln würden; und das ist ein wesentlicher Unterschied gegenüber der Auffassung von His. Mit His stimmt Goette aber darin überein, dass die ersten Blutmassen, die „Blutinseln" im Keimwall entstehen, unabhängig vom Mesoblasten, und dass ihre Verbindung mit dem Mesoblasten eine nachträgliche ist. Ferner stimmen His und Goette darin überein, dass die Anlage des Blutes der Anlage der Gefässe vorhergeht, ganz unabhängig von ihr erfolgt; das ist eine fundamentale Differenz gegenüber den Angaben von Afanasieff, Klein und Balfour.

In Folge der Erweiterung, die unsere Kenntnisse über den Rand des Keims durch die Untersuchungen von His und Goette gewonnen haben, ist der Rand zu einem complicirten Gebilde geworden. An die Stelle der Remak'schen Dotterrinde trat, wie wir sahen, der Keimwall von His; beide Bezeichnungen meinen

dasselbe, denn sowohl für den Keimwall, als für die Dotterrinde des bebrüteten Keims gilt als fundamentaler Charakter die Thatsache, dass der peripherische Theil des oberen Keimblatts ihm aufliegt, während das untere Keimblatt (Darmdrüsenblatt) in denselben sich hinein verliert.

Nach Goette muss nun der Keimwall noch weiter zerlegt werden; in den verdickten Randtheil der unteren Keimschicht, den Randwulst, und den Keimwall, d. h. den Ring weissen Dotters, auf dem der Randwulst aufruht, und der über seine Peripherie hinaus sich erstreckt. Der Randwulst Goette's ist ein Theil des inneren Keimwalls von His; erst wenn der Randwulst zur Bildung des Mesoblasten verbraucht ist, ruht das obere Keimblatt direct auf derjenigen Partie des Keimwalls, in die der Hypoblast sich fortsetzt.

Diesen Keimwall fasst aber Goette nicht ganz so auf, wie His; nach letzterem ist er ein Gemisch von Zellen und weissem Dotter, nach Goette besteht er lediglich aus weissem Dotter; die einzigen Zellen, die sich zu einer Zeit in demselben finden, sind von der Keimhöhle hineingewanderte grosse Furchungszellen, die zu Blutkörpern zerfallen.

Eine andere Auffassung macht sich geltend in der unter Kölliker's Leitung entstandenen Dissertation von Hans Virchow (8). Der Randwulst mitsammt dem Keimwall sind ein untrennbares Ganze, und gehören von Anfang an zum unteren Keimblatt, dessen verdickten Rand sie repräsentiren. Dieses Randgebilde bezeichnet Hans Virchow mit Kölliker als „Keimwulst"; der Keimwulst besteht nur aus Zellen, keineswegs aus Dotter und Zellen; die Zellen selbst sind durch ihre Grösse sowie ihr Aussehen ganz merklich unterschieden von den übrigen Zellen des Keims, und sie bilden sich im Laufe der Bebrütung zum Epithel des Dottersacks um. Der körnige Zellinhalt verdeckt anfänglich die Zellgrenzen; erst nach und nach werden dieselben deutlicher. „Die Randzellen des Keimwulstes sind cylindrisch, doppelt so hoch als breit. Sie enthalten Kerne, die sich mit Vorliebe in den, dem mittleren Keimblatt zugewandten Fuss placiren, und körnigen Inhalt, der zum Theil die Zellgrenzen verdeckt . . .; Kerne findet man weit hinaus über den Rand des mittleren Keimblatts. . . Zuweilen trifft man am freien unteren Saume rundliche Zellen, an denen eine Membran nicht deutlich zu unterscheiden

ist, von körnigem Inhalt erfüllt. . . . . Indessen ist es nicht möglich, zellige Gliederung auf grössere Strecken zu demonstriren" (pag. 19).

Bis zum Ende des zweiten Tages ändert sich unter fortschreitender Aufhellung des Keimwulstes die Grösse der Zellkerne und die Beschaffenheit des Zellinhalts. Derselbe „besteht aus einer schwach körnigen Masse, und nur selten trifft man in den centralen Partien Haufen dunkler Körner, welche Anfangs so dominirend waren. Dagegen wird man beim Fortschreiten auf die peripherischen Theile finden, dass die dunklen Körnerhaufen in demselben Maasse zunehmen, wie die regelmässige Anordnung der Zellen und die Palissadenform abnimmt" (pag. 20).

Bis zum fünften Tage vergrössern sich die Zellen, und nehmen durch gegenseitigen Druck die verschiedensten Formen an. Die Zellkerne vergrössern sich noch mehr. Die Zellen sind feinkörnig getrübt, vom Inhalt nicht völlig eingenommen, — ob sie eine Membran haben, giebt Virchow nicht ausdrücklich an, aber das scheint aus dieser Thatsache doch zu folgen — und sie enthalten auch dunkle stark lichtbrechende Körnchen, die sich im Picrocarmin gelb färben.

Kurz, die ganze Schilderung H. Virchow's erweist nicht, dass er wirklich nur Zellen vor sich hatte und nicht etwa ein Gemisch von Zellen und Dotter. Wären es ausschliesslich Zellen, die den Keimwulst zusammensetzen, so ist mir unerfindlich, weshalb dann nicht eine „zellige Gliederung auf grössere Strecken zu demonstriren" sein sollte. Was H. Virchow als Zellinhalt beschreibt, hat Remak als Dotterrinde beschrieben; aus dem Vergleich der Schilderungen beider Beobachter geht klar hervor, dass beide dasselbe gesehen haben. Auf die Art der Blutbildung geht H. Virchow nicht ein; die neuesten Angaben darüber finden sich bei Kölliker (9). Ebenso ist dort die Geschichte des Keimrandes ausführlich besprochen, weshalb ich die Hauptpunkte nochmals daraus hervorheben will.

Der schon von Oellacher gesehene, von Goette genau erkannte verdickte Rand der unteren Keimschicht, der Randwulst Goette's, wird nicht zur Mesoblastbildung verwandt, sondern er bildet sich in Folge der Bebrütung „durch allmälige Umwandlung seiner Elemente und allseitiges Wachsthum in die Breite und Dicke in den Keimwall von His um" (S. 105). Der Uebergang dieses

„Keimwulstes", wie ihn Kölliker nennt, in den Keimwall geschieht folgendermaassen:

Nach Vollendung der Keimblattbildung reicht oberes und unteres Keimblatt bis zum Rande der Keimhaut, das mittlere Blatt nur bis an die area opaca. Das obere Blatt ist überall einschichtig; seine Zellen sind im Bereiche des Embryo schmal und hoch, und werden gegen den Rand hin, in der area opaca, breiter und platter. Hier liegen sie direct auf dem Keimwulst (daraus geht hervor, dass der Keimwulst identisch ist mit dem Keimwall von His) und dieser, durchweg mehrschichtig, „besteht aus deutlichen, rundlich eckigen Zellen mit schönem Nucleus und grossen Inhaltskörnern (pag. 133). Das im Bereich der area pellucida einfache untere Keimblatt (Entoderma) verdickt sich gegen den Keimwulst zu und geht direct in denselben über."

Auf dem inneren Rande des Keimwulstes liegt der verdickte Rand des mittleren Keimblatts. Dasselbe reicht also nur in den Anfang der area opaca hinein; die area pellucida wäre dreiblättrig, die area opaca nur zweiblättrig; dabei überträfe das untere Blatt an Mächtigkeit bedeutend das obere.

Setzt man die Bebrütung fort, so wird der Rand des Keimwulstes dünner (pag. 173—176), je mehr die Keimhaut sich ausbreitet, desto mehr schreitet die Verdünnung gegen die centrale Partie des Keimwulstes fort. Deshalb besteht am Ende des zweiten Tages der Keimwulst nur aus einer einfachen Lage hoher Cylinderzellen, in die das Entoderma der area pellucida übergeht. Dabei gehen die Zellen des Keimwulstes folgende Veränderungen ein:

„Die Zellen des Entoderma sind im Bereich des Embryo körnerarm und blass; im Keimwulst dagegen entwickeln dieselben rasch mit dem Vorschreiten der Bebrütung dunkle runde Körper in sich, welche bald die Zellen fast ganz erfüllen in der Art, dass jede Zelle einen grossen dunklen Inhaltskörper und neben demselben noch eine gewisse Anzahl kleinerer enthält. Am zweiten und dritten Tage werden diese Inhaltskörper gelblich und sieht das Entoderma dann wie anhängender gelber Dotter aus (pag. 175, 176).

Der Keimwulst wird einschichtig in Folge der Verschiebung seiner Zellen nach der Peripherie hin.

Mit der Blutbildung hätte also der Keimwulst Kölliker's identisch mit dem Keimwall von His und von Goette, aber inso-

fern von jenen unrichtig aufgefasst, als er nicht ganz oder vorwiegend aus Dotter, sondern vielmehr nur aus Zellen besteht, gar nichts zu thun. Diese findet auf ihm statt.

Es breitet sich nämlich im Laufe des zweiten Bebrütungstages das mittlere Keimblatt weiter aus und kommt in die area opaca, wie schon Remak angegeben hatte. In diesem Theil des Mesoderma entstehen die Gefässe als solide Zellenstränge.

„Als zweites Stadium treten nun Hohlgebilde auf, die an ihrer Wand reichliche Zellenmassen enthalten, welche letzteren nach und nach eine immer entschiedener gelbe und dann rothe Farbe annehmen, und nichts anderes als die erwähnten Blutinseln oder Blutpunkte sind." Dieselben lockern sich und treten in die Hohlgebilde, also die Gefässröhren, hinein. „Es ist jedoch nicht nur die erste Blutbildung, sondern auch die erste Gefässbildung auf die area vasculosa und einen kleinen Theil der area pellucida beschränkt" (pag. 167).

Wie die Hohlgebilde entstehen, lässt Köllik er unentschieden; ich finde keine genaueren Angaben darüber. Jedenfalls aber betrachtet er dieselben als Intercellularräume, und spricht ganz entschieden aus, dass im mittleren Keimblatt, und durchaus nicht unabhängig von demselben, die Blut- und Gefässbildung stattfinde.

Es bestehen also, wie aus der gegebenen Uebersicht der Literatur erhellt, ganz wesentlich abweichende Ansichten sowohl über die Zusammensetzung des Keimrandes, als auch über die Entstehung des Blutes. Ueber ersteren Punkt haben sich nur diejenigen Forscher ausgesprochen, die vom Studium der Durchschnitte ausgegangen sind; wollen wir ihre Resultate kurz zusammenfassen, so besteht noch Zweifel über folgende Fragen:

I. Woraus besteht der Keimwall?

II. Zu welchem Keimblatt gehört derselbe?

Die erste Frage beantwortet sich wie folgt:

„Der Keimwall besteht aus weissem Dotter" (Goette). „Der Keimwall besteht aus weissem Dotter, der mit Zellen durchsetzt ist" (His). „Der Keimwall besteht lediglich aus Zellen" (H. Virchow, Kölliker).

Auf die zweite Frage haben nur H. Virchow und Kölliker eine präcise Antwort gegeben.

Nach ihnen gehört der Keimwall, den sie Keimwulst nennen, dem Darmdrüsenblatt an.

Goette rechnet den Keimwall überhaupt nicht zum Keim, und His theilt denselben keinem Blatte zu.

In Bezug auf die Entstehung des Blutes stimmen aber Kölliker, His, Goette und Remak in einem Hauptpunkt überein; sie geben an, dass das Blut zuerst, und nachträglich die Gefässe erscheinen, dass also keinesfalls die Gefässe zuerst auftreten und danach der Gefässinhalt. Ferner betrachten sie sämmtlich die Blutgefässe als Intercellularräume. Ob aber das Blut im Mesoblasten entsteht, wie Kölliker und Remak angeben, oder unabhängig von demselben, wie His und Goette es schildern, bleibt unentschieden; ebenso ist, wenn letztere beiden Autoren Recht haben, noch streitig, aus welchen Elementen die Blutkörperchen hervorgehen.

Im Gegensatz zu diesen Beobachtern stehen Afanasieff, Klein und Balfour; nach ihnen legt sich erst die Gefässwand an, und das Blut tritt später auf. Das ist aber auch das Einzige, in dem sie übereinstimmen. Jeder schildert die Entstehung der Blutkörper auf eine andere Weise, und nicht einmal darin sind sie einig, ob die Blutgefässe Intercellularräume sind oder Intracellularräume.

Es wird nun meine Aufgabe sein, die Veränderungen des Keimrandes bis zum Auftreten der Blutinseln und der ersten Gefässanlagen zu verfolgen; dabei werden sich die skizzirten Differenzen über Zusammensetzung und Zugehörigkeit desselben zu dem einen oder andern Keimblatt lösen. Können bis zu dem Punkte, wo die ersten Gefässe auftreten, Durchschnitte zu Grunde gelegt werden: über die Art, wie die Gefässe sich ausbreiten, kann nur das Flächenbild Aufklärung verschaffen. Es werden also die an Durchschnitten gewonnenen Resultate mit den aus Betrachtung der Flächenbilder sich ergebenden zu combiniren sein; und dabei können auch die Angaben derjenigen Beobachter, die ausschliesslich Flächenbilder zum Studium der Blutbildung verwandt haben, auf ihre Richtigkeit geprüft, eventuell anders gedeutet werden.

Der positiven Angabe Kölliker's, dass der „Randwulst"

Goette's dem unteren Keimblatt zuzurechnen sei, dass er bis zum Ende der Keimblattbildung indifferent bleibe und nachher erst durch peripherisches Wachsthum sich zum Epithel des Dottersacks umbilde, habe ich in einem kürzlich publicirten Aufsatze (10) die Behauptung gegenüber gestellt, dass ein Theil der Zellen des Randwulstes zur Bildung des Mesoblasten verbraucht würde, dass also schon während der Keimblattbildung die Verdickung des Randes der unteren Keimschicht eine beträchtliche Veränderung erführe. Den veränderten, wie den ursprünglichen Randwulst rechnete ich zur unteren Keimschichte und habe einige Angaben darüber gemacht, wie sich derselbe nach Vollendung der Keimblattbildung ändert. Es hat nun Kölliker in jüngster Zeit (9, pag. 1009) meine Angaben kurz abgewiesen, indem er ausspricht, ich sei offenbar „durch unvollkommene Präparate getäuscht worden". Das ist eine Vermuthung, kein Argument gegen meine Ausführungen. Auch unvollkommene Präparate können beweisen. Aber wie, wenn meine Präparate nicht unvollkommen sind? Wenn ich seitdem bessere bekommen habe, die evidenter als z. B. meine frühere Fig. 7 zeigen, dass der Primitivstreif eine Verdickung der unteren Keimschichte ist? Dass nur im Bereiche der Primitivrinne der Epiblast mit dem Primitivstreifen verwächst, hinter derselben aber nicht?

Da meine Angaben über Veränderung des Randwulstes enge mit denen über die Bildung des Primitivstreifens zusammenhängen, da also, wenn diese unrichtig sind, auch jene fallen müssen, so gebe ich zunächst zum Beweise dafür, dass ich meine früheren Angaben über den Primitivstreifen in allen Punkten aufrecht erhalten kann, zwei Abbildungen über den Primitivstreifen. Fig. 1, Querschnitt des Axenstrangs eines Keims vom Ende des ersten Tages, hinter der Primitivrinne, zeigt den Primitivstreifen scharf vom Epiblasten getrennt; er erscheint als eine spindelförmige Verdickung, in der das untere Keimblatt, der Hypoblast, nur an der Spindelform seiner Zellen als selbständiges Blatt erkannt werden kann. Mit dem Epiblasten hat der Primitivstreif hier gar nichts zu thun; er muss also in der Schicht gebildet sein, die unter dem Epiblasten liegen bleibt, und das ist die primäre untere Keimschicht, die sich in Mesoblast und Hypoblast spaltet.

Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch das hintere Ende der

Primitivrinne, 9 Schnitte vor Fig. 1; und erst hier beginnt der Epiblast mit dem Primitivstreifen zu verwachsen. Der Primitivstreif kann also gar nicht als eine Verdickung des Epiblasten aufgefasst werden.

Es verhält sich also der Primitivstreif so, wie ich früher angegeben hatte; und das ist ein Grund mehr für mich, meine die Bildung des Primitivstreifens erläuternden Präparate bei Schilderung des Keimrandes zum Theil zu Grunde zu legen.

Obgleich die ersten Stadien des Randwulstes und seiner Aenderungen während der Bildung des Mesoblasten schon in meinem erwähnten Aufsatze (10) beschrieben und abgebildet sind, gebe ich hier, um die Geschichte seiner Entwickelung vollständig abhandeln zu können, zwei Abbildungen der ersten Stadien aus der früheren Abhandlung wieder. Figur 3 (identisch mit Figur 5 der früheren Arbeit) zeigt den Randwulst des unbebrüteten Keims, einen dicken Zellenring der primären unteren Keimschichte, in den einige feingranulirte Dotterkugeln (Fig. 3 K_{II}) eingelagert sind, Fig. 4 (identisch mit Fig. 7) erklärt, wie sich der Randwulst bis zur Bildung des Primitivstreifs geändert hat. Er ist in diesem Entwickelungsstadium durch Dotterelemente, die zwischen seinen Zellen liegen, aufgelockert. Am dichtesten stehen die Randwulstzellen zunächst dem Epiblasten, also an der Peripherie der Dotterkugel; je näher dem Centrum derselben, also in den tieferen Randwulstschichten, desto grösser die Zellenabstände, desto reichlicher der interponirte Dotter.

Ein ähnliches Verhalten zeigt schon der Randwulst in Fig. 3, in seine tiefen Schichten sind einzelne Dotterkugeln eingelagert, in den oberen stösst eine Zelle an die andere.

Der Dotter, in den die Randwulstzellen eingelagert sind, geht continuirlich in den zellenlosen Dotter über; dieser bildet am erhärteten Präparat den Rand und den Boden der Keimhöhle, und es verliert sich der Hypoblast in ihn hinein (Fig. 4 a, b), indem die Spindelzellen aufhören und an Rundzellen anstossen.

In Fig. 3 ist noch eine Gränze zwischen Keimrand und Dotter wahrnehmbar; es trennt sich der Randwulst, die peripherische Verdickung der unteren Keimschicht, einigermassen von seiner aus Dotter bestehenden Unterlage, dem Keimwall. Im Laufe der Bildung des Mesoblasten verwischt sich dieser Unterschied. Der Dotter des Keimwalls gelangt nach oben, zwischen die an ihrem

ursprünglichen Standorte zurückgebliebenen Zellen des Randwulstes hinein; einer der ersten Effecte der Bebrütung auf die Randpartie des Keims ist also Aufhebung des Unterschieds von Randwulst und Keimwall. Die vorher gesonderten Bestandtheile derselben mischen sich (Fig. 3, Rw, Kw; Fig. 4, Kw). Während also der Rand des unbebrüteten Keims ein Zellenring ist, ist der Rand des bebrüteten ein Gemisch von Zellen und Dotter. Für dieses hat His die Bezeichnung „Keimwall" eingeführt; dieselbe will ich für den Rand des bebrüteten Keims gebrauchen. „Keimwall" und „Randwulst" sind nicht identische Bezeichnungen; ersterer ist eine Modification des letzteren, und daher sind beide Bezeichnungen auseinanderzuhalten.

Der Randwulst gehörte ausschliesslich der unteren Keimschichte an. Verhält sich nun der Keimwall ebenso, oder schliesst er sich an eines der mittlerweile gesonderten Keimblätter?

Um das zu entscheiden, müssen wir noch einen Blick auf die Vorgänge werfen, die die Zellen des Randwulstes so lockerten, dass der unter ihnen liegende Dotter zwischen sie eindringen konnte.

Es hat sich ergeben, dass das bedingende Moment eine Verschiebung der Zellen in centripetaler Richtung war, wobei in den ersten Stunden der Bebrütung die Dicke der Mitte des Keims im selben Maasse zunimmt, wie die des Randwulstes abnimmt; dass aber diese Aenderungen der Dimensionen nur die untere Keimschicht betreffen, die obere ganz unberührt lassen. Es wird also der Randwulst verändert, lediglich in seiner Zusammensetzung (10, pag. 84—87); die Aenderung ist nur eine quantitative, indem die Dotterelemente vermehrt werden im Verhältniss zur Masse der Zellen. Absolut frei von Dotter ist weder der Rand noch die Mitte des unbebrüteten Keims (Fig. 3, K. I, II). Gehörte also die dotterarme Randpartie zur unteren Keimschichte, so ändert die Vermehrung des Dotters an dieser Zugehörigkeit nichts. Nach wie vor bleibt der geänderte Randwulst bedeckt von der unveränderten oberen Keimschicht, die continuirlich in den Epiblasten der Mitte des Keims übergeht. Was unter der oberen Keimschicht liegen bleibt, gehört der unteren an (Fig. 4, Kw).

Nun ist aber, während die obere Keimschicht die Matrix eines Keimblattes darstellt, des Epiblasten, die untere Keimschicht gleichwerthig zwei Keimblättern; aus ihr wird in der

area pellucida der Mesoblast und der Hypoblast (Fig. 1, Fig. 2). Diese Sonderung der beiden unteren Keimblätter greift auf den Rand des Keims, den Keimwall, noch nicht über; darum gehört derselbe nicht einem der unteren Keimblätter allein an, sondern er gehört zu beiden; er hat Zellen die zum Mesoblasten, und andere die zum Hypoblasten zu rechnen sind. Selbstverständlich kann man aber die zum Mesoblasten gehörigen Zellen nicht von den Hypoblastbildnern trennen, beide sind gemischt (Fig. 4, K w)

Die Thatsache, dass der spindelzellige Hypoblast in den Keimwall hinein sich verliert (Fig. 4, a, b) erweist noch nicht, dass letzterer lediglich eine Fortsetzung des Hypoblasten sei; es reicht in diesem Stadium der Mesoblast noch nicht weit genug nach der Peripherie, um seine Zugehörigkeit zum Keimwall ebenfalls durch directen Uebergang in denselben beweisen zu können. Spätere Stadien zeigen aber evident, dass beide unteren Keimblätter in den Keimwall hineingelangen, und dass nur der Epiblast auf denselben zu liegen kommt (Fig. 8).

Die Zellen des Keimwalls liegen an einer Stelle, an der in früheren Stadien eine grosse Anzahl von Randwulstzellen, also Producten der Furchung des Bildungsdotters, sich finden. Es wird daher nicht auf Widerspruch stossen, wenn wir die Keimwallzellen als Abkömmlinge von Furchungszellen betrachten, ebenso wie wir die darüber gelegenen Zellen des Epiblasten als aus Zellen der oberen Keimschicht hervorgegangen ansehen. Der Umstand, dass die Keimwallzellen zum Theil nicht mehr in directer Continuität mit den übrigen Zellen des Keimes stehen, berechtigt uns durchaus nicht, etwa anzunehmen, dass sie einen eigenen Ursprung hätten, dass sie vielleicht aus Dotter hervorgegangen wären. Eine derartige Annahme erscheint so unmotivirt, dass sie noch von Niemanden gemacht ist.

Der Gegensatz, in welchem nach dem Vorstehenden der Rand des Keims zur Mitte desselben steht, lässt sich schon an Flächenbildern ganzer Keime erkennen, und schon bei auffallendem Licht. Dem Keimwall entspricht die area opaca, der dreiblättrigen Mitte die area pellucida.

Auch nach Isolirung des Keimes lassen sich bekanntlich beide Höfe unterscheiden, was in Anbetracht ihrer verschiedenen Dicke und Zusammensetzung nicht Wunder nimmt.

Es ist nun erklärlich, dass bei Isolirung frischer bebrüteter Keime der Keimwall ebenso am Keim hängen bleibt, als der fester gefügte Randwulst des unbebrüteten. Freilich wird im ersten Fall die Isolirung von Keim und Dotter weniger reinlich ausfallen, als im letzteren, da einzelne Keimwallzellen wohl immer im umgebenden Dotter stecken bleiben. Die untere Fläche des Keimwalls wird vorwiegend Dotter zeigen; die dort etwa befindlichen Zellen werden von Dotterkörnern verdeckt, und ohne Zusatz von Reagentien, die ihre Kerne hervortreten lassen (etwa Essigsäure) sind sie überhaupt nicht von Dotterkugeln gleicher Grösse zu unterscheiden.

Diese Erwägungen erklären vollständig die Angabe von His, dass der Keimwall ein Ring weissen Dotters sei; die Untersuchung frischen Materiales muss zu diesem Ausspruch führen. Den grossen Zellenreichthum des Keimwalls erkennt man nur an Durchschnitten von Keimen, die in Chromsäure gehärtet und dann gefärbt sind; Osmiumpräparate zeigen die Zellen im Keimwall nicht, da der dunkel gefärbte Dotter die Zellen völlig verdeckt. Demungeachtet hat His vollständig erkannt, dass der Keimwall Zellen enthalte; die spätere Angabe von Klein, dass der Keimwall nur Dotter sei, ist unbegründet.

Ebenso unbegründet ist es aber auch, die Anwesenheit von Dotterelementen im Keimwall überhaupt in Abrede zu stellen, und selben lediglich aus grossen Zellen bestehen zu lassen, wie Hans Virchow und Kölliker thun. Gleichfalls ist es nicht motivirt, den Keimwall nur zum Hypoblasten zu rechnen.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Veränderungen des Keimwalls während des ersten Tages über.

Schon früher (10, pag. 87) habe ich hervorgehoben, dass der Keimwall in eine lockere innere, eine festere äussere Zone zerfällt (Fig. 4, pzn, dzn), die ich als proximale und distale Zone benannte. Wenn ich im Folgenden nun auch vorwiegend die Veränderungen der proximalen Zone schildern will, da nur in dieser es zur Blutbildung kommt, so ist die distale Zone ganz dazu geeignet, über einzelne Punkte Aufklärung zu geben, die zu entscheiden das Studium der proximalen Zone allein nicht völlig ausreicht. Besonders ist das der Fall im Laufe des ersten Tages; hier werden wir ab und zu die distale Zone heranziehen müssen, während wir dieselbe später ausser Acht lassen können, da ihre Veränderungen mit der Blutbildung nichts zu thun haben.

Es ist Figur 5 die genaue Wiedergabe eines Schnittes durch den Keimwall eines 11 Stunden bebrüteten Keims senkrecht auf die Längsaxe des Embryo geführt; der Schnitt ist hinter die area pellucida gefallen, er zeigt nur die beiden Keimschichten des Keimwalls, und ihr gegenseitiges Verhältniss bei schwacher Vergrösserung. Fig. 6 und Fig. 7 stellen einzelne Partien dieses Schnittes bei stärkerer Vergrösserung dar; Fig. 6 zeigt die distale Zone, Fig. 7 ein Stück der proximalen. (Vgl. Fig. 5 A, B.)

Gegenüber dem früheren Stadium (Fig. 4) zeigt sich wenig Aenderung. Die obere Keimschicht erscheint als eine continuirliche einfache Zellenlage, die untere ist viel dicker, aber die Zellen grenzen nur an den Rändern des Schnitts dicht aneinander, während die Mitte die Zellkerne durch eine Masse körnig erscheinenden Dotters hindurch erkennen lässt (Fig. 5). Ferner ist nur die obere Keimschicht röthlich gefärbt; die viel mächtigere untere erscheint blass, was besonders die Betrachtung mit einem schwächeren Systeme sofort vor Augen bringt.

Bei stärkerer Vergrösserung tritt nun der Bau des Keimwalls viel prägnanter hervor. Die distale Zone (Fig. 6) erinnert an den Randwulst des unbebrüteten Keims; in der oberen Keimschicht grenzt eine Zelle an die andere; die Zellen sind rundlich oder auch cubisch, besitzen einen grossen, scharf hervortretenden Kern mit deutlichen, meist mehrfach vorhandenen Kernkörperchen, und da nur die letzteren sich lebhaft färben, ist man auf den ersten Blick versucht, diese für die Kerne, und die Kerne selbst für die Zellen zu halten. Bei genauerem Hinsehen sieht man aber um jeden Kern einen zweiten Contur, die Grenze des Zellprotoplasma (Fig. 6 E p b). Dass auch die Zellen der unteren Keimschicht denselben Typus haben, davon kann man sich in der distalen Zone des Keimwalls am leichtesten überzeugen (Fig. 6 Z). Man sieht zuerst nur Kernkörperchen und Kerne; dieselben sind in mehrere Lage übereinander geordnet, so dass man die viel grössere Mächtigkeit der unteren Keimschicht daraus abnehmen kann; die Grenzen der Zellenleiber, die zweiten Conturen um die Kernkörperchen, sieht man aber viel schwerer. Dieselben sind verdeckt, indem stark glänzende, gelblich aussehende Körner über die ganze untere Keimschicht verstreut sind; dieselbe erscheint als eine körnige Masse, in die Kerne in grosser Anzahl eingelagert sind.

Nun stehen aber diese Körner nicht überall gleich dicht; und

da wo sie locker gesäet sind, was besonders am äussersten Rande und an der unteren Gränze des Keimwalls der Fall ist, treten die Zellgränzen hervor (Fig. 6 Z). Die Zellen erscheinen hier von derselben Grösse und Beschaffenheit wie in der oberen Keimschicht; nur ist ihr Protoplasma blass geblieben. Dasselbe bricht das Licht viel schwächer als die Dotterkörner; deshalb sieht man die Zellgrenzen nur da, wo kein Dotter auf und zwischen den Zellen liegt. Sieht man aber mehrere Zellen der unteren Keimschicht in der distalen Zone des Keimwalls an verschiedenen Stellen, und findet man, dass selbe ganz gleich sind denen der oberen Keimschicht, so muss man annehmen, dass alle hier sich vorfindenden Zellen ebenso gebaut sind, wenn man nur eine genügende Erklärung dafür zu geben weiss, dass man an den meisten Stellen die Grenzen nicht sieht.

Dagegen scheint nun die Beschaffenheit der proximalen Zone des Keimwalls zu sprechen (Fig. 7). Es ist dort nämlich die untere Keimschicht von Linien durchzogen, welche die granulirte Masse mit den eingestreuten Kernen in kuglige oder polygonale Räume abtheilen. Diese letzteren erscheinen um so eher als die Zellgrenzen, als sie meistens einen Kern enthalten. Wir hätten also hier, in der proximalen Keimwallzone, grosse Zellen, viel grösser als die der oberen Keimschicht; sie besässen einen körnigen Inhalt, der das Licht stark bricht, und glichen also in nichts den Zellen der distalen Zone, auf deren feines, blasses Zellprotoplasma wir schon oben aufmerksam gemacht haben. Diese Zellen wären identisch mit den von H. Virchow und Kölliker beschriebenen grobkörnigen Zellen des Keimwulstes.

Es wäre aber sehr merkwürdig, wenn der Keimwall zwei so verschiedene Zellenarten enthalten sollte; kleinere blasse in der distalen Zone, viel grössere, mit grobkörnigem glänzenden Inhalt in der proximalen; es wäre sehr auffallend, dass gerade die Zellgrenzen zuerst sich abheben und förmlich wie Membranen erscheinen, während bei allen übrigen Embryonalzellen die Ränder am wenigsten hervortreten. Es ist nun nicht mehr als gerechtfertigt, eingehender zu untersuchen, ob diese erwähnten Linien wirklich die Zellgrenzen sind, oder nicht.

Zunächst ist zweierlei gegen ihre Deutung als Zellgrenzen geltend zu machen; einmal die Grösse der umschlossenen Zellterritorien; ferner der Umstand, dass sehr viele der deutlich

umgrenzten Räume mit grobkörnigem Inhalt kernlos sind (Fig. 7 D k I); wie schon erwähnt, wäre es sehr auffallend, wenn binnen zweier Stunden ein Theil der Keimwallzellen, die in Fig. 4 alle gleich gross erscheinen, so eminent an Volumen gewonnen haben sollten, und zwar nur ein Theil. Wenn einmal die Zellen an einem bestimmten Orte wachsen, wie z. B. die Zellen des Epiblasten im Bereich der Rückenfurche, so pflegen doch alle sich zu vergrössern, und nicht nur ein Theil. Viel mehr ins Gewicht fällt aber der Umstand, dass gerade die am deutlichsten sich ausprägenden „grobkörnigen Zellen" keinen Kern haben (Fig. 7 D k_1).

Eine jede, gut umgrenzte Zelle, deren Grenze man deutlich sieht, muss den Kern zeigen, besonders wenn man gut gefärbte Schnitte hat.

Die Annahme, dass der Inhalt in diesen Fällen den Kern verdeckt, widerlegt sich dadurch, dass man durch die dichtesten Körnermassen genug Kerne sieht; hier sind die Körner spärlicher vertreten, und doch ist kein Kern da (Fig. 7 D k_1).

Auch der Annahme, dass da, wo eine Zellgrenze ohne Kern erscheint, die Zelle entzwei geschnitten ist, so dass die den Kern enthaltende Hälfte durch das Messer entfernt wurde, wird sich wohl Niemand anschliessen; es müsste also der Kern da sein, wenn überhaupt das fragliche Gebilde eine Zelle wäre. Hier fehlt aber mehrfach der Kern; also ist das betreffende kuglige Gebilde keine Zelle. Was ist es aber denn? Die Antwort fällt nicht schwer. Es ist eine durch Chromsäure mehr oder weniger veränderte, grobgranulirte Dotterkugel, deren Rindenschicht deutlich sichtbar ist und als die Grenze einer Zelle mit grobkörnigem Inhalt erscheint. Die Eigenschaften dieser Dotterelemente, ihre Bedeutung und ihre Reactionen habe ich früher schon eingehend besprochen, und verweise darauf (10, pag. 75, 76). Grösse, Gestalt, Form und optisches Verhalten der Inhaltskörner, Alles ist bei den „grobkörnigen Keimwulstzellen" genau wie bei den „grobgranulirten Dotterkugeln"; beide Bezeichnungen sind identisch. Mit Zellen aber haben die Dotterkugeln nichts zu thun.

Es wird also zellige Gliederung des Keimwalls durch die grobgranulirten Dotterkugeln vorgetäuscht. Wenn das wahr ist: wo sind denn die wirklichen Zellgrenzen? Wenn die Zellen im

Keimwall nicht gross und grobkörnig sind, wie sehen sie in der That aus?

Sie gleichen in allen Stücken den Zellen der distalen Zone: das blasse Zellprotoplasma kann man auch in einigen Fällen sehen, wenn die Dotterkörner dünn gesäet sind.

Wer den zweiten Contur um die Kernkörperchen, die eigentliche Zellgrenze, sucht, wird ihn an günstigen Stellen dünner Schnitte immer finden: er wird sich überzeugen, dass in Bau und Grösse kein Unterschied zwischen den Zellen der beiden Keimwallzonen existirt (Fig. 7, Z).

Die ungleichmässige Vertheilung des Dotters im Keimwall, sowie der Umstand, dass die Dotterkörner bald frei, bald in Kugeln eingeschlossen sind, ist leicht zu erklären. Schon früher habe ich nachgewiesen, dass die Einwirkung der Chromsäure daran Schuld ist. Diese zerstört viele Kugeln, andere lässt sie intact, andere wieder entleeren ihren Inhalt zum Theil, und zeigen dann Hohlräume; dadurch wird ein grösserer oder geringerer Theil des Inhalts der Dotterkugeln frei, bleibt aber im Keimwall liegen.

Den stricten Beweis für die Richtigkeit meiner Angabe, dass die Keimwallzellen kleine Zellen mit grossem Kern und einem dünnen Mantel von Protoplasma seien, und nicht grosse, grobkörnige Gebilde, können nur Isolationspräparate liefern; den Beweis für die Richtigkeit der Deutung der grossen, grobkörnigen Elemente als Dotterkugeln muss ihre weitere Entwicklung, sowie ihre Reaction, der Erhärtung gegenüber, beibringen.

Was den ersten Punct anbetrifft, so habe ich sehr viele Isolationspräparate aus jüngeren Keimwällen gemacht, und alle haben mir die Zellen so gezeigt, wie günstige Stellen meiner Durchschnitte (Fig. 21, a, b, c).

Das Studium älterer Keimwälle, die heller erscheinen und darum leichter aufzulösen sind, an Schnitten beweist, dass die Keimwallzellen so bleiben, wie sie um die Mitte des ersten Bebrütungstages sind (Fig. 9, 10, 20).

Isolationspräparate von erhärteten Keimwällen hat meines Wissens noch Niemand angefertigt, wenigstens keine Abbildung von isolirten Zellen aus dem Keimwall gegeben; deswegen will ich hier meine Isolationsmethode kurz besprechen. Es kam darauf an, die area pellucida ganz zu entfernen, nur Bestand-

theile des Keimwalls, und nichts anderes zu erhalten; deshalb sah ich von der Untersuchung frischer Keimwälle ab, da man leicht Bruchstücke der oberen Keimschichte bekommen, und abgerissene Zellen derselben für Keimwallzellen halten kann. Ausserdem sind frische Zellen viel schwerer vom Dotter zu unterscheiden als gehärtete und gefärbte; und da ich die Gestalt der Zellen im gehärteten Keimwall eruiren wollte, wählte ich bereits fertige Schnitte, um die Zellen des Keimwalls zu isoliren.

Es wurde die area pellucida mit der Scheere entfernt, und deren vollständige Entfernung durch das Mikroskop constatirt; dann wurde der überflüssige Dotter entfernt, und der möglichst isolirte Keimwall in Ranvier's diluirtem Alkohol oder in 10% Kochsalzlösung mehrere Wochen (3—5) macerirt. Aus diesem kamen die gelockerten, aber noch zusammenhängenden Keimwallstücke in absoluten Alkohol, und wurden in Nelkenöl erst in toto angesehen, dann zerzupft. Die obere Keimschicht kann man sehr leicht in toto abreissen; die tieferen Keimwallschichten zerfasert man mit Nadeln, und bekommt unschwer einzelne Zellen zu Gesichte, die nur aus dem Keimwall, nicht anderswoher stammen können. Dadurch, dass man unmittelbar vor dem Zerzupfen das Präparat noch ansehen kann, ist jeder Irrthum über die Herkunft der isolirten Elemente auszuschliessen.

Die isolirten Zellen zeigten oft Andeutungen von feinen Ausläufern (Fig. 21 a, b, c); auch an Schnittpräparaten älterer Keimwälle bekam ich dergleichen zu sehen (Fig. 10 Z). Es kann dies aber eine Folge der Schrumpfung sein, die beim Erhärten wohl nicht zu vermeiden ist.

Sind also die grobkörnigen Elemente des Keimwalls und seine Zellen wohl auseinander zu halten: den Beweis dafür, dass erstere Dotter sind, keine andere Bedeutung haben als die Elemente einer beliebigen Stelle des gelben Nahrungsdotters, muss die weitere Entwicklung derselben bringen. Das Characteristische an den grobgranulirten Dotterkugeln ist das, dass sie in einer Metamorphose zu feinkörnigen Elementen begriffen sind, und um so weniger resistent bleiben, je mehr ihr Inhalt dem der gelben Dotterkugeln gleicht. Sie werden also in mannigfacher Weise während der weiteren Bebrütung ihr Aussehen ändern; aber sie werden weniger ihre Form gegenüber der Chromsäureeinwirkung beibehalten. Nun sieht man auch nicht nur die verschiedensten

Grade der Füllung an ihnen; man sieht nicht nur zunehmende Gelbfärbung des Inhalts; man trifft sogar mitunter massenhafte Ansammlungen durchaus leerer Kugeln an (Fig. 13 Dk I, Dk II, Dk III).

Sie werden zu Vacuolen; und das geschieht nur Dotterelementen bei Zusatz von solchen Reagentien, die zum Härten geeignet sind, wie ich früher (10, l. c.) des Näheren auseinandergesetzt habe.

Es bleibt nun noch ein Punct zu erledigen. Wie liegen die Zellen des Keimwalls zu dessen Dotterelementen?

Da letztere die Zellen an Volumen ganz bedeutend übertreffen; da sie ferner kuglig sind, so werden zwischen ihnen überall Räume ausgespart bleiben, in denen Platz genug für die Zellen des Keimwalls ist. In diesen Interstitien finden sich die Keimwallzellen; in ihnen verschieben sie sich bei dem Wachsthum des Keimwalls. Das zeigt klar der Flächenschnitt (Fig. 20). Ein Durchschnitt kann das natürlich nicht so hervortreten lassen; auch die bisher nur angewandte Flächenansicht ganzer Keimwälle ist untauglich dazu. Die Dotterelemente erscheinen hier, Fig. 20, ganz so wie in Fig. 13, obgleich beide Keime einen Unterschied von 20 Stunden in der Entwicklung haben.

Ich glaube in Vorstehendem den Nachweis geliefert zu haben, dass man den Keimwall als ein Gemisch von Zellen und Dotterelementen ansehen muss, und dass erstere in den Interstitien der letzteren liegen. Keinesweges besteht der Keimwall aus Dotter allein wie Goette angab; noch weniger aber kann ich mich an Kölliker und H. Virchow anschliessen, die ihren „Keimwulst", lediglich aus grossen, grobkörnigen Zellen bestehen lassen. Was diese Beobachter für Zellen halten, ist Dotter; die wirklichen Zellgrenzen hat wahrscheinlich der körnige Dotter ihnen verdeckt. Die Ansicht von His über die Zusammensetzung des Keimwalls muss ich nach all meinen Resultaten, aus Durchschnitten, Flächenschnitten und Isolationspräparaten gewonnen, lediglich bestätigen, und berufe mich dafür auf Fig. 4, 6, 7, 9, 10, 13, 20, 21.

Ist nun aber die Ansicht von His ebenfalls begründet, dass ein Theil der Keimwallzellen von den Dotterelementen abstamme? His schliesst dies aus Bildern, die ihm Kugeln mit grösseren Kernen und feinkörnigem Protoplasma um die Kerne herum zeigen;

wenn His auch derartige Bildungen aus späteren Stadien beschreibt, sie finden sich schon sehr früh, um die Mitte des ersten Tages, und wenn sie wirklich Vorläufer von Zellen sind, so tritt diese Zellbildung aus weissem Dotter früher auf, als His angegeben hat. Schon Fig. 8 D k zeigt derartige Dotterkugeln mit grösseren Kernen und feinkörnigem Inhalt um die Kerne; sind das wirklich Dotterelemente in progressiver Metamorphose?

Haben sie diese Bedeutung, so dürfen sie sich nur da finden, wo Zellen liegen, und im freien Dotter nicht vorkommen; sie dürfen dann ferner nicht mit denjenigen Dotterelementen, deren Inhalt ganz sich löst, die in regressiver Umwandlung begriffen sind und „den archiblastischen Zellen als Nahrung anheim fallen", durch Uebergangsstufen verbunden sein; endlich dürfen sie durch Reagentien nur so verändert werden, wie die Zellen des Keims; die Kerne müssen sich auch gerade so verhalten, als die der Keimzellen.

Es treffen nun aber alle diese Forderungen nicht zu. Sowohl die Uebergangsstufen zu Elementen, die in Zerfall begriffen sind, lassen sich in Masse auffinden, als auch im freien Dotter, sogar in unbefruchteten Eiern, Dotterkugeln mit grössern und kleinern Inhaltskörpern, also mit Andeutung einer endogenen Zellbildung, jederzeit anzutreffen sind (Fig. 22 c 1, d.)

Die Reaction der grösseren, von His als Kerne gedeuteten Körner gegen Farbstoffe, z. B. Carmin, ist eine ganz andere, wie die der Zellkerne; und alle die in „progressiver Metamorphose" befindlichen Dotterkugeln ändern sich auf Chromsäurezusatz derart, dass sie kaum wiederzuerkennen sind. Ist es nun wahrscheinlich, dass Reagentien, die die fertigen Zellen so vorzüglich conserviren, die werdenden in den meisten Fällen total zerstören? Ist es denkbar, dass ein Kern im Status nascendi einen Farbstoff nicht aufnimmt, den ein fertiger Zellkern stets imbibirt, dass er dagegen in Osmium sich tief schwärzt, während dieses den fertigen Zellkern intact lässt?

Auch im Aussehen unterscheiden sich die „Kerne" der Dotterkugeln bedeutend von den Zellkernen. Diese haben meistens mehrere Kernkörperchen, jene sind homogen; diese sind blass, jene glänzen sehr stark. Deshalb ist es meines Erachtens unmöglich, beiderlei Gebilde, nämlich die grösseren Körner der Dotterkugeln und die Zellkerne, als gleichwerthig anzusehen.

Das Protoplasma der Keimzellen verhält sich ebenfalls anders gegen Chromsäure und Osmium, sowie gegen Picrinsäure, wie der feinkörnige Inhalt der Dotterkugeln, den His einfach als Protoplasma bezeichnet. Alle diese Reagentien lassen das Zellprotoplasma unverändert; der Inhalt der Dotterkugeln dagegen wird in Osmium dunkel, bei längerer Einwirkung schwarz, gerinnt unter Einwirkung von Chromsäure und wird dabei gelblich, und färbt sich intensiv gelb in Picrinsäure, sowie in Picrocarmin. Die Dotterkugeln des Keimwalls verhalten sich in diesen Reactionen wie die grobkörnigen Kugeln im gelben Dotter.

Es liegt also kein Grund vor, anzunehmen, dass eine progressive Metamorphose für einen Theil der „Keimwallkugeln", wie His neuerdings die grossen Dotterelemente bezeichnet hat, Geltung habe; die Gruppirung des Inhalts kann manchen entfernte Aehnlichkeit mit Zellen geben, aber die Keimzellen sehen ganz anders aus, wie die Inhaltsballen der Dotterkugeln und reagiren in durchaus verschiedener Weise.

Was His abgebildet hat (2, Taf. X, Fig. 4. 3, Taf. XIII, Fig. 9 bis 19) ist ganz und gar ähnlich Dotterstadien, die man aus dem gelben Dotter unbefruchteter, oder auch während der Bebrütung abgestorbener Eier erhält (Fig. 22).

Auch im freien Dotter kommen aus Segmenten zusammengesetzte Bildungen vor (Fig. 22 a, b, c, d); und die einzelnen Segmente können ungleichmässige Stufen einer körnigen Differenzirung zeigen (Fig. 22, a, b); sind sie alle feingranulirt geworden, so liegen oft noch ein oder mehrere grössere Inhaltskörner da, die an Kerne in fein granulirtem Protoplasma erinnern können, aber das Alles bedeutet doch noch keine Zellbildung! (Fig. 22d.) Die gezeichneten Dotterstücke sind aus dem gelben Dotter eines abgestorbenen Eies entnommen, möglichst weit vom Keim entfernt; sie können unmöglich Zellen sein oder werden.

Aus dem Gesagten geht wohl hervor, dass derartige Dotterformen, wie sie His beschrieben und als Zellbildungsstadien gedeutet hat, weder ausschliesslich auf den Keimwall beschränkt sind, noch auch unmittelbar vor Bildung der Blutinseln sich finden, sondern schon bedeutend früher vorkommen. Da sie aber auch in solchen Eiern anzutreffen sind, in denen es niemals zur Zellbildung kommt, weil sie unbefruchtet sind; da sie ferner im

abgestorbenen Ei sich ebenso gut finden als im lebenden; da sie auch an Orten vorkommen, wo sich zu keiner Zeit Zellen finden: so müssen sie eine andere Bedeutung haben, als His ihnen zuertheilt; Kugeln, die im Begriff sind, zu Zellen zu zerfallen, können sie nicht sein. Die Theorie von His, dass ein Theil der weissen Dotterkugeln Zellen producire, ist unhaltbar; ein Nebenkeim existirt nicht, es werden ebenso wenig im Keimwall Zellen in Dotterelementen erzeugt, als anderswo.

Für die Richtigkeit dieses Satzes wird das Folgende die positiven Gründe beizubringen haben. Vorher wollen wir noch das Verhältniss des Keimwalls zur area pellucida auf diesem Entwicklungsstadium betrachten.

Fig. 8 ist ein Stück eines Schnittes, der um 10 Schnitte vom hinteren Ende des Primitivstreifens entfernt ist. Der Keimwall erscheint als beträchtliche Verdickung, in die alle Zellen der area pellucida, die unter dem Epiblasten liegen, sich hinein erstrecken. Nur der Epiblast setzt sich auf den Keimwall fort (Fig. 8, E p b).

Die Zellen des letzteren stehen anfangs sehr dicht; gegen die Peripherie des Keims hin werden sie auseinander gedrängt, und bei im ganzen gleichbleibender Dicke des Keimwalls ist der Zellreichthum desselben am grössten an der Grenze der area pellucida und opaca. Die Dotterelemente zeigen hier viele Stadien ihrer regressiven Metamorphose. Von ein- und mehrkörnigen Kugeln bis zu feingranulirten (vgl. 10, pag. 70—74, Fig. 1) finden sich Uebergangsformen; auch das Stadium, das A. Goette als grosse Furchungszelle gedeutet hat, auf dem Boden der Keimhöhle entstehen und von da in den Keimwall einwandern lässt, ist mehrfach vertreten (Fig. 8 D k).

Goette hatte aus derartigen Bildern geschlossen, dass die eingewanderten Kugeln zu Blut würden, indem sie, im Keimwall angelangt, in Zellen zerfielen. Schon der Umstand, dass sie gelegentlich einen ganzen Tag vor Auftreten der Blutinseln im Keimwall gefunden werden, spricht gegen diese Ansicht. Es sind Dotterelemente, keine Zellen; die eine hat ein grösseres Inhaltskorn, das aber mit einem Zellkern nicht wohl verwechselt werden kann.

Die Vertheilung der Keimwallzellen im Dotter zeigt die Fig. hinlänglich; auch die Variabilität der Dotterformen geht ohne weitere Beschreibung aus der Zeichnung hervor.

Auch auf den nächstfolgenden Entwicklungsstufen, während

der Dauer der zweiten Hälfte des ersten Tages, bleibt die Zusammensetzung des Keimwalls, und sein Verhältniss zur area pellucida, annähernd so, wie in Fig. 8. Es ändern sich nur seine Dimensionen, da der Keimwall sowohl der Fläche als der Tiefe nach sich vergrössert. Dabei wird der Unterschied zwischen seinen beiden Zonen allmählich geringer, und der Zellreichthum gleicht sich aus, da besonders in der proximalen Zone die Anzahl der Zellen bedeutend zunimmt. Die Vermehrung erfolgt wohl nur durch Theilung der vorhandenen Zellen; dafür spricht der Befund von zahlreichen Theilungserscheinungen, sowie die eigenthümliche Ungleichmässigkeit in der Vertheilung der zelligen Elemente. Dieselben stehen nämlich nicht einzeln, sondern in Gruppen; Zellhaufen wechseln mit Haufen von Dotterkugeln ab. Liegt eine Zellanhäufung in der Nähe des Epiblasten, so erhält man den Eindruck, als sei von diesem aus ein Zellenzapfen in den Dotter eingetrieben; wohl deshalb hat His angegeben, der Keimwall werde von subgerminalen Fortsätzen durchwachsen.

Am besten treten die Zellengruppen hervor an der unteren Grenze des Keimwalls; dort stehen sie am wenigsten dicht, und fallen leicht als isolirte Massen ins Auge (Fig. 10 Z g). Man beobachtet hier wie überall, zahlreiche Theilungsphänomene (Fig. 9, Z_I, Fig. 10).

Es wird jeder zugeben, dass die Theilung der vorhandenen Zellen genügt, um das Wachsthum des Keimwalls und die Zunahme seines zelligen Materials zu erklären; die Zellen können sich um so leichter vermehren, als sie ganz von Nahrungsmaterial umgeben sind.

Die ungleichmässige Vertheilung der Zellen bewirkt, dass der Keimwall, von der Fläche gesehen, eine netzförmige Zeichnung darbietet (His). Da die obere Keimschicht nur eine Zelle dick ist, so sieht man durch dieselbe entweder den anliegenden Dotter, oder anstossende Zellengruppen hindurch. Die Zellgruppen zeigen sich oft durch Zellreihen verbunden; es kommt zu Bildung von Zellringen, die Dotter einschliessen. An Osmiumpräparaten treten solche Zellringe deutlich hervor; denn sie bilden da, wo sie dem Epiblasten anliegen, Verdickungen desselben, und diese brechen das Licht anders, als seine dünnen Stellen, so dass sie zuerst ins Auge fallen.

Sieht man nun mehrere, verschieden grosse Zellringe, in

denen entweder Dotter, oder auch leere Dotterkugeln liegen, so kann man zu der Ansicht kommen, man habe Vacuolen vor sich mit kernhaltiger Wand; wenn ein Zellenring ausser Dotter Zellen einschliesst, so kann man an eine Abschnürung derselben von der Wand denken. Derartige Bilder müssen Klein veranlasst haben, seine „Endothelblasen" und „Brutzellen" aus hohlgewordenen Zellen abzuleiten; Klein hat diese mit später auftretenden Zellringen in Beziehung gebracht, die zugleich mit der Bildung der Blutgefässe erscheinen. Wir werden auf diese Bildungen speciell eingehen, und dabei wird sich zur Genüge herausstellen, dass sie mit den früheren Zellringen nichts zu thun haben.

Das Studium des Keimwalls bis zum Ende des ersten Tages erlaubt uns auch, die bisher gewonnenen Resultate zu controliren.

Ist es richtig, was wir bisher zu erweisen gesucht haben, dass der Keimwall ein Gemisch von Zellen und Dotterelementen, die vorwiegend in Umwandlung zu gelbem Dotter begriffen sind, repräsentire: ist es ferner begründet, dass die so wechselnde Gruppirung des Inhalts dieser letzteren manchmal Bilder vor Augen führt, die entfernte Aehnlichkeit mit endogener Zellbildung haben: ist endlich aber wahr, dass es in keinem Falle zu einer Entstehung von Zellen in Dotterkugeln kommt, sondern dass alle Zellen im Keimwall ebensogut wie in der area pellucida, bereits vorhandenen Zellen ihre Entstehung verdanken: so muss ja die weitere Entwicklung die Beweise dafür beibringen. Sie muss zahlreiche Keimwallzellen, in Theilung begriffen, antreffen lassen; sie muss in allen verschiedenen Formzuständen der Dotterelemente das eine gemeinsame Moment enthalten, dass lediglich Auflösung, nicht Fortbildung daraus geschlossen werden kann. Wo sich Zellvermehrung findet, muss dieselbe an vorhandene Zellen sich anknüpfen lassen; und unter dieser Voraussetzung müssen die neu entstandenen Zellen sämmtlich, wie ihre Mutterzellen, in den Zwischenräumen der Dotterkugeln liegen, sie müssen frei, nicht etwa eingeschlossen sein. Es darf sich nur ihre Zahl, und die Art ihrer Vertheilung modificiren, nicht aber ihr morphologischer Charakter.

Ferner muss die zerstörende Wirkung der Erhärtungsflüssigkeit auf den Dotter des Keimwalls sich geltend machen; bald muss derselbe die Dotterkugeln erhalten zeigen, bald werden die meisten zerstört sein, so dass der Keimwall als eine formlose körnige

Masse mit eingestreuten Zellkernen (da durch die Körner das Zellprotoplasma verdeckt wird) erscheint. Wir müssen also unter sonst gleichen Bedingungen einmal „zellige Gliederung“ des Keimwalls, ein anderes Mal keine Andeutung derselben erhalten; das Zellenmaterial dagegen muss immer in gleicher Weise erscheinen, da die Erhärtung es nur sehr wenig, und immer auf dieselbe Art verändert.

Dass nun dieses wirklich zutrifft, dass das constante Element die Zellen, das variable die Dotterkugeln des Keimwalls sind, erweist eine Vergleichung der Figg. 9, 10 und 13. Erstere ist ein Stück der proximalen Zone eines 16 Stunden alten Keimwalls; Fig. 10 stellt eine entsprechende Partie nach 29stündiger, Fig. 13 nach 34stündiger Bebrütung dar. In Fig. 9 und 10 zeigt sich keine Spur einer mosaikartigen Gliederung. Die „grossen, grobkörnigen Zellen“ sind vollständig verschwunden, und nur ihr körniger Inhalt als ungleichförmige, granulirte Masse erscheinend, ähnlich dem Boden der Keimhöhle, verdeckt zum Theil die Grenzen der eingestreuten Keimwallzellen. Geringer ist die Zerstörung der Dotterkugeln bei dem ältesten Keim. Man sieht eine grosse Anzahl völlig entleerter Kugeln (Fig. 13 D k I) und zwar an der inneren Grenze des Keimwalls; allmählich, je weiter man nach der Peripherie hin geht, treten Zellen zwischen diesen Kugeln auf. Auch sieht man viele nur zum Theil entleerte; endlich sind die Rindenschichten von einigen, dem Keim zunächst gelegenen nur zum Theil erhalten (Fig. 13 D k III). Es zeigt also dies Präparat zur Evidenz, einmal dass Keimzellen und Dotterkugeln im Keimwall nichts mit einander zu thun haben; ferner, dass die Dotterkugeln höchst variable Gebilde sind, endlich, dass ihr Inhalt sich unter Umständen in Ballen gruppiren kann, die sehr entfernte Aehnlichkeit mit Zellen haben, aber dennoch bedeutend im Aussehen von denselben abweichen, auch gegen Carmin sich ganz anders verhalten.

Da ich früher (10, l. c.) nachgewiesen habe, dass auf Dotterkugeln die Chromsäure diesen zerstörenden Einfluss ausüben kann, so nehme ich keinen Anstand, diese Entleerung der Dotterkugeln, sowie die Veränderung des Inhalts in den andern, auf Rechnung der Erhärtungsmethode zu setzen. Andererseits ist es ein Zufall, gerade solche Bilder zu treffen, die jede andere Deutung ausschliessen; übrigens zeigt ähnliche Dotterkugeln auch Fig. 20, woraus hervorgeht, dass dieser Zufall kein sehr seltener sein kann.

Ohne ein eingehendes Studium der Reagenzwirkungen kann man die richtige Deutung derartiger Bilder schwerlich geben.

Der Dotter des Hühnereis hat eine Proteusnatur; seine mannigfachen Formen erinnern an Zellen und Zellaggregate; wären nicht charakteristische Momente da, welche mit Sicherheit eine Keimzelle von einer Dottermasse zu unterscheiden erlaubten, so die Beschaffenheit des Zellprotoplasma, die relative Grösse und das Lichtbrechungsvermögen des Zellkerns, das viel geringer ist als das der Dotterkörner, die immer vorhandenen, meistens doppelten Kernkörperchen, das Verhalten gegen Carmin, endlich die constant bleibende Grösse, was alles die Zellen hinlänglich characterisirt: würden nicht während der Bebrütung die Unterschiede in so fern hervorstechender, als die Dotterelemente mannigfaltigere, aber stets regressive Umwandlungsprocesse durchmachen, während die einzige Veränderung der Zellen ihre Vermehrung durch Theilung ist: so wäre ein Auseinanderhalten beider Theile im Keimwall einfach unmöglich. So aber ist bei den Keimwallzellen die Formfolge eine constante, bei den Dotterelementen eine variable; die vorhandenen Unterschiede prägen sich durch die Entwicklung schärfer aus.

Es zeigt die Untersuchung des Keimwalls bis zum Ende des ersten Bebrütungstages zu allen Zeiten soviel in Theilung begriffene Zellen (Fig. 9, Z, Fig. 10), dass ich ihre Vermehrung allein auf diesen Vervielfältigungsmodus zurückführen muss.

Es wird also das im Keimwall vorhandene Zellmaterial erheblich vermehrt, aber es findet während des ersten Tages noch keine Verwendung. Der Keimwall bleibt eine zweischichtige Masse, deren obere Schichte das obere Keimblatt ist, deren untere Schichte, soweit sie aus Zellen besteht, als gleichwerthig dem mittleren und unteren Keimblatt gedeutet werden muss. Denn der Uebergang des Mesoblasten und Hypoblasten in den Keimwall bleibt wie in der Mitte des ersten Tages.

Es beginnt nun, wie His schon bestimmt angegeben hat, an der unteren Grenze des Keimwalls eine zusammenhängende Zellenlage aufzutreten. Aber dieselbe ist nicht überall in gleicher Weise entwickelt; streckenweise findet sie sich, an andern Stellen wird sie vermisst, und es kommen auch unter ihr noch ab und zu Zellen im Dotter steckend, vor. An bestimmten Stellen ist freilich eine zusammenhängende Lage vorhanden; aber sie schliesst sich keinem

der vorhandenen Keimblätter an. Ich möchte in ihrem Auftreten den Ausdruck der energischen Zellvermehrung des Keimwalls sehen; wenn die Zellen immer zahlreicher werden, müssen die im gleichen Niveau liegenden schliesslich streckenweise zu Reihen zusammentreten.

Noch in den ersten Stunden des zweiten Tages fand ich den Keimwall so, wie bisher beschrieben; die Verwendung seines Zellmaterials beginnt nun um dieselbe Zeit. Es hatte die Zellvermehrung hauptsächlich in der proximalen Zone stattgefunden; und auf diese greift nun die Sonderung in Keimblätter über. Der Mesoblast tritt in der area opaca auf (Fig. 11).

Wie erfolgt die Ausdehnung des Mesoblasten?

Entweder durch peripherisches, centrifugales Wachsthum, das den Rand des Mesoblasten in die area opaca hinein schiebt, oder aber durch Anlagerung solcher Zellen, die vorher frei im Keimwall lagen. Wenn ersteres der Fall ist (centrifugales Wachsthum), so muss der Zellenreichthum des Keimwalls annähernd derselbe bleiben; wenn aber der Zellreichthum des Keimwalls abnimmt, so liegt am nächsten eine Verschiebung seiner Zellen anzunehmen, und auf diesen Vorgang, dem eine Anlagerung der dislocirten Zellen an die untere Fläche des Epiblasten folgt, die Bildung einer zusammenhängenden Lage unter diesem zurückzuführen. Tritt dann diese Zellenschichte mit dem Mesoblasten der area pellucida in Verbindung, so kann man sagen, dass der Mesoblast auf die area opaca übergreife.

Nun finden wir im Anfang des zweiten Tages einen sehr zellenreichen Keimwall (Fig. 10), eine geringe Zeit nachher finden wir den Keimwall zellenarm und auf ihm, dicht unter dem Epiblasten, eine Lage von wechselnder Dicke, aus Rundzellen zusammengesetzt, die mit dem Mesoblasten der area pellucida nicht in Verbindung steht (Fig. 11 A, B, C). Soweit diese Zellenlage reicht und noch etwas weiter, ist der Keimwall zellenarm (Fig. 11 K w).

Dass die fragliche Zellenschichte der Mesoblast sei, ist unzweifelhaft; ebenso unzweifelhaft ist aber zu sehen, dass sie noch nicht mit dem Mesoblasten der area pellucida in Verbindung steht. Sie muss also in loco entstanden sein, und dazu war Material genug vorhanden. Wenn eine früher zellenreiche Dotterschichte in einem späteren Stadium sehr zellenarm erscheint, wenn gleichzeitig an

ihrer oberen Grenze eine Zellenlage auftritt, die im früheren Stadium nicht da war, und wenn diese Zellenlage keine Verbindung mit einer anderen hat, so muss man ihre Bildung auf Verlagerung der früher im Dotter steckenden Zellen zurückführen. Es bleibt keine andere Deutung übrig.

Das Auftreten des Mesoblasten in der area opaca ist also ein durchaus selbständiges; er bildet sich durch Concentrirung der Keimwallzellen und Anlagerung derselben an die untere Fläche des Epiblasten. So entsteht eine unregelmässig dicke, aus dickeren, kugligen, schmäleren, platten Abtheilungen zusammengesetzte Zellenlage, welche derart dem Keimwall aufliegt, dass die Verdickungen in entsprechende Vertiefungen des Keimwalls eingreifen (Fig. 14, Fig. 15 M s b).

Dabei wird der Zellreichthum des Keimwalls erheblich reducirt, aber es bleiben noch Zellen im selben zurück (Fig. 11, 14, 15).

Die Mesoblastbildung im Keimwall schreitet in der Richtung von hinten nach vorn vor, da wo das Rückenrohr zuerst sich schliesst, ist die vordere Grenze. Hinter dieser Stelle reicht der Mesoblast in die area opaca hinein, vor ihr treffen wir den Keimwall so, wie er im Verlauf des ersten Tages war.

Die nach oben verlagerten Keimwallzellen treten sämmtlich zum Mesoblasten, und es tritt der Mesoblast der area pellucida mit dem der area opaca sehr bald in Verbindung. Die Verbindungsstelle kennzeichnet sich dadurch, dass sie schmaler ist als die übrigen Mesoblastpartien. Der Hypoblast greift nicht in die area opaca über; er hört an der inneren Grenze des Keimwalls mit leicht verdicktem Rande auf (Fig. 11, $Hpbl_I$).

Ich sagte schon oben, dass der Mesoblast in der area opaca unregelmässig dick sei (Fig. 11); das legt die Vermuthung nahe, dass die Keimwallzellen zunächst im Keimwall zu Haufen sich concentriren, dass diese Haufen nach oben gerückt sind, dem Epiblasten sich angelegt haben, und dass eine Verbindung der Zellhaufen durch Zellen sich erst nachträglich vollzogen hat. Nun habe ich einen Zellhaufen, noch im Keimwall steckend, bei einem auf dem Stadium der Fig. 11 stehenden Keim wirklich angetroffen (Fig. 15 b), derselbe steht durch eine etwas lückenhafte Zellenreihe mit dem Mesoblasten auf dem Keimwall in Verbindung.

Die Bildung von Zellenhaufen im Keimwall geht daraus her-

vor, und da der Zellenhaufen augenscheinlich dem Mesoblasten sich anzulagern im Begriff steht, also der Mesoblast in der area opaca durch Apposition wächst, so kann wohl die Ansicht motivirt erscheinen, dass er überhaupt nach dem Typus angelegt sei, nach welchem er sich vergrössert. Er vergrössert sich nun aber nicht allein durch Anlagerung von Zellhaufen, sondern auch von einzelnen Zellen (Fig. 14 a b). Dieselben kommen aus dem Dotter des Keimwalls nach oben, und legen sich der unteren Fläche des Mesoblasten an; daher erscheint diese unregelmässig, und ist durchaus nicht scharf vom Dotter abgesetzt.

Sehr bald nach seiner Bildung tritt der Mesoblast der area opaca in Verbindung mit dem der area pellucida. Er wächst immer weiter in die proximale Zone hinein, und vergrössert sich, wie wir gesehen haben, durch appositionelles Wachsthum. Da der Hypoblast nach wie vor in den Keimwall sich verliert, so kommt natürlich die Mesoblastverbreiterung auf den Keimwall zu liegen.

Die Zellhaufen im Mesoblasten der area opaca erscheinen nun im Flächenbilde als cylindrische oder unregelmässig begrenzte Massen; sie sind die ersten Anlagen sowohl des Blutes als der Gefässe.

Sie finden sich nur im mittleren Keimblatt, und nur in der area opaca. Die Zeit ihrer Entstehung ist die erste Hälfte und die Mitte des zweiten Tages; immer sind sie da, bevor die Spaltung des Mesoblasten in Haut- und Darmfaserplatte, also die Bildung der Pleuroperitonealhöhle, beginnt. Hat diese Spaltung begonnen, so sondert sich auch der Mesoblast der area opaca; es wird dann deutlich, was zu Blut, was zu Gefässwand wird.

Wenn in der area pellucida die Bildung der Pleuroperitonealhöhle erfolgt ist, greift die Spaltung des Mesoblasten in Hautfaserplatte und Darmfaserplatte auf die area opaca über. Erstere legt sich hier dem Epiblasten dicht an; letztere dagegen zieht, parallel dem Epiblasten, frei über den Keimwall hin (Fig. 12, D f p; Fig. 17, D f p). Beide Platten sind leicht zu erkennen, da sie sich in die area pellucida hinein verfolgen lassen; beide sind nur einfache Lagen, und die sie bildenden Zellen nähern sich der Spindelform, während vor Bildung der Pleuroperitonealhöhle der Mesoblast in der area opaca ausschliesslich Rundzellen zeigte. Es bleiben aber ausser beiden Platten noch Zellen in der area opaca übrig, die zum Mesoblasten gehören, aber keiner der erwähnten Lagen

sich anschliessen; es sind dies Haufen von Rundzellen und zwischen ihnen finden sich streckenweise Reihen von Spindelzellen vor. Diese bleiben unter der Darmfaserplatte liegen (Fig. 12, Fig. 17, G f p Bl.).

Sie berühren also den Dotter des Keimwalls und heben da, wo sie sich finden, die Darmfaserplatte vom Keimwall ab. Es findet sich demnach in der area opaca ausser Haut- und Darmfaserplatte noch eine dritte, aus dem Mesoblasten abgespaltene Zellenschicht, von wechselnder Mächtigkeit; man kann dieselbe eben so gut als selbständige Platte ansehen, als die beiden ersteren. His, der ihre Bildung näher beschrieben hat, aber sie aus dem weissen Dotter des Keimwalls ableitet, hat sie als „Gefässblatt" bezeichnet: ich will sie, um ihre Gleichwerthigkeit mit den beiden andern, aus dem Mesoblasten abgespaltenen Lagen hervorzuheben, lieber „Gefässplatte" nennen. Sie begreift alle Zellen und Zellenanhäufungen in sich, die unter der Darmfaserplatte gelegen sind (Fig. 12, Fig. 17, G f p).

Ist sie also schon durch die Lage gekennzeichnet, so weicht sie auch im Bau einigermassen ab. Sie ist keine ununterbrochene Membran, wie die Darmfaserplatte, sondern man trifft sie nur streckenweise auf Durchschnitten an (Fig. 12, G f p) sie hat also Lücken. Ausserdem findet sie sich anfangs nur in der area opaca: in die area pellucida gelangt die Gefässplatte kurze Zeit später hinein.

Wo die Gefässplatte vorhanden ist, liegt sie unmittelbar dem Keimwall auf; wenn also noch nach ihrer Bildung Zellen aus dem Keimwall zum Mesoblasten gelangen, so treten sie an die Gefässplatte, oder in eine Lücke derselben hinein.

Die Rundzellenhaufen sind nun bald spindelförmige Verdickungen der Gefässplatte (His), bald aber liegen sie derart, dass die Darmfaserplatte sie an ihrer oberen Seite begrenzt, während eine zweite Spindelzellenlage sie vom Dotter trennt, und zu beiden Seiten des Zellhaufens mit der Darmfaserplatte verwächst. (Fig. 12 a I, a II, a III, Fig. 17). Die Rundzellenhaufen kommen dadurch in Hohlräume zu liegen, die oben von der Darmfaserplatte, unten von den Spindelzellen der Gefässplatte geschlossen werden; dass aber die untere Spindelzellenschicht nicht einfach aus veränderten Rundzellen der Peripherie hervorgegangen ist, wird dadurch bewiesen, dass in der area opaca und besonders in der area pellucida derartige Verwachsungen von Gefässplatte und Darmfaserplatte sich finden,

ohne dass ein Rundzellenhaufen eingeschlossen wäre (Fig. 12 G). Ich folgere daraus, dass die Spindelzellen unter der Darmfaserplatte auch da vorkommen, wo keine Anhäufungen von Rundzellen liegen, und das bestimmt mich, sie als Theile einer eigenen Platte anzusehen und zu benennen.

Fig. 12 sowohl wie Fig. 17 sind aber Durchschnitte von Partien, in denen schon Gefässe, theils gefüllt, theils leer, sich finden; es folgt zeitlich das in Fig. 12 fixirte Stadium auf das in Fig. 14 wiedergegebene. Wie die Bildung der ersten Blutbahn erfolgt, ist in diesem Stadium deutlich zu sehen.

Die Gefässe legen sich an als Spalträume, die durch Verwachsung von Gefässplatte und Darmfaserplatte entstehen. Wo ein Rundzellenhaufen im Mesoblasten lag, bleibt er bei dem Zerfall desselben in die 3 Platten unberührt vom Zerfall liegen und darauf gelangt er in die durch Verwachsung der beiden untersten Platten entstehenden Spalträume (Fig. 12, Fig. 17 Bl).

Auf den Modus dieser Verwachsung müssen wir noch näher eingehen. Schon oben ist gesagt, dass die Gefässplatte Lücken habe; darum trifft man sie auf dem Durchschnitt bald an, bald wieder nicht. Wo die Gefässplatte auf dem Durchschnitt nicht zu finden ist, und die Darmfaserplatte dem Keimwall aufliegt, ist eine solche Lücke; und jedesmal an den Rändern eines derartigen Loches ist die Gefässplatte mit der Darmfaserplatte verwachsen (Fig. 12, a_{I}, a_{II}).

Der Durchschnitt kann aber die Weite der Lücken besser zeigen, als ihre Form. Diese erscheint nur in der Flächenansicht. Nehmen wir vorläufig einmal an, alle Löcher der Gefässplatte seien gleich gross, und besässen die Form von Kreisen. Dann können wir, allein gestützt auf das Studium von Durchschnitten, uns schon eine Vorstellung von dem Verhältniss beider Membranen, der Gefässplatte und der Darmfaserplatte machen, die im wesentlichen richtig ist und uns das Verständniss der Flächenbilder ausserordentlich erleichtern muss. Es ist nämlich dann die Darmfaserplatte zu vergleichen einem Bogen Papier, dem ein ebenso grosser, aber überall von kreisförmigen gleich grossen Oeffnungen durchbohrter Bogen untergelegt ist. Nun decken wir beide Papierstücke genau aufeinander, verkleben sie mit einander an ihren Rändern und an den Rändern der Löcher, die dem unteren eingeschlagen sind. Dann muss zwischen beiden ein System gleich weiter, anastomosirender

Canäle entstehen; die Maschen dieses Netzes von Gängen müssen kreisförmig sein, und genau so gross wie die Löcher des unteren Papierstückes; selbstverständlich sind sie identisch mit diesen.

Legt man nun beide, in der angegebenen Art verbundene Bogen auf eine dunkle Unterlage, so scheint diese in den Maschen des Canalnetzes durch; die Interstitien zwischen den Canälen erscheinen dunkel, die Canäle hell. Die Grenzen der dunkeln „Substanzinseln" sind aber, als Verklebungsstellen beider Platten, doppelt so dick als die obere Platte allein; sie sind kreisförmige Verdickungen der oberen Platte, und bilden also verdickte Ringe um die „Substanzinseln".

Genau wie das Verhältniss dieser beiden Papierstücke ist nun das Verhältniss von Darmfaserplatte und Gefässplatte. Einzig die Form der Löcher ist geändert. Die Unterlage für beide ist der Dotter des Keimwalls. Derselbe füllt scheinbar die ringförmigen Verwachsungsstellen beider Membranen aus; er wird, anders ausgedrückt, an jeder Verwachsungsstelle von einer ringförmigen oder länglichen Verdickung der Darmfaserplatte umfasst (Fig. 16 A).

Kann man nun aber erwarten, bei der Flächenansicht eines ganzen Keims die beiden Zellenlagen zu sehen, welche die Darmfaserplatte bedecken? Wenn man Osmiumpräparate anwendet, nicht. Denn Osmium färbt den Dotter des Keimwalls stark, die Zellen des Epiblasten und die Platten des Mesoblasten dagegen fast gar nicht, wenigstens nicht, wenn man ganz dünne Lösungen (ich wendete eine Lösung von $^1/_{10}$ % an) nur kurze Zeit einwirken lässt. Den Epiblasten und die Hautfaserplatte sieht man von oben her ebensowenig wie die Dotterhaut, weil beide ganz dünne, durchsichtige, parallele Membranen sind, deren Dicke im Verhältniss zu der des gefärbten Keimwalls sehr zurücktritt (vgl. den Durchschnitt Fig. 12).

Man sieht auch mit starken Systemen (und meine Präparate erlauben die Anwendung von Winkel's System 8 noch ganz bequem) nur die Zellenhaufen auf dem Keimwall (Fig. 18, Fig. 19 Bl) und die verdickten Stellen der Darmfaserplatte, also die Zellenringe, in denen der Dotter des Keimwalls zu liegen scheint, die „Substanzinseln" der Autoren. Gleichfalls sieht man das Canalsystem zwischen Gefäss- und Darmfaserplatte; dasselbe erscheint zwischen ringförmigen Substanzinseln ausgespart (Fig. 19). Dotterhaut, Epiblast und Hautfaserplatte sind in der area opaca

überall gleich dick; sie brechen das durchfallende Licht so unbedeutend, dass sie nicht zu sehen sind.

Die Zellenringe erstrecken sich aber viel weiter als die Blutinseln (Fig. 18, Fig. 19); sie füllen schon zu einer Zeit die hintere Hälfte der area pellucida, in der erst vereinzelte Blutkörperchen in den Embryonaltheil hinein gelangt sind. Die Gefässplatte also breitet sich viel rascher in die area pellucida aus, als die strangförmigen und kugligen Blutmassen; die Räume, in denen das Blut in den Embryo hineinkommt, legen sich zuerst an, und durch praeformirte Bahnen bezieht der Embryo das in der innern Zone der area opaca gebildete Blut. Auch Durchschnitte zeigen leere Gefässlumina in der area pellucida viel früher, als gefüllte auftreten. Sie stimmen also mit den Flächenbildern überein und man muss ein unabhängig von den Zellenhaufen der area opaca vor sich gehendes Wachsthum der Gefässplatte annehmen.

Wiederholt habe ich erwähnt, dass auch nach dem Auftreten der Mesoblasten in der area opaca im Keimwall noch Zellen anzutreffen sind (Fig. 12, Fig. 14, Fig. 15). Diese legen sich, wenn sie nahe der oberen Grenze des Dotters angekommen sind, der Gefässplatte an; hat diese ein Loch, so treten sie bis an die Darmfaserplatte. Von der Fläche betrachtet, liegen sie dann innerhalb der Zellenringe, innerhalb der verdickten Partien der Darmfaserplatte (Fig. 19 S i) und sie können bald näher, bald entfernter von der Wand der Substanzinsel angetroffen werden. Wer nun nicht weiss, wie der Zellenring entsteht, kann auf die Idee kommen, es habe sich die im Ring liegende Zelle von seiner Wand abgeschnürt. Dann würde eine zellenhaltige Substanzinsel einer Klein'schen Endothelblase identisch sein; und ich vermuthe, dass die ganze Theorie von Klein auf einer derartigen Deutung der Flächenbilder beruht. Nur müsste, nach Klein's Auffassung, das Blut innerhalb der Zellenringe liegen, während jedes einigermassen brauchbare Flächenbild das Blut in Bahnen zeigt, die zwischen benachbarten Ringen liegen. Diese Thatsache allein würde schon genügen, die ganze Deutung von Klein als unhaltbar erscheinen zu lassen.

Richtiger hat Afanasieff die Zellringe des Flächenbildes aufgefasst; er erkannte, dass das Blut zwischen ihnen, nicht in ihnen liegt. Da er aber die Bedeutung der Ringe, ihre Entstehungsweise, nicht erkannte, sah er sich in die Nothwendigkeit versetzt, von der Wand derselben die Blutkörperchen bilden zu lassen; er musste

aber eine Abschnürung derselben nach Aussen, nicht nach Innen, statuiren. Vielleicht hat Afanasieff, der vorwiegend die area pellucida untersuchte, die ersten hineingelangenden Blutzellen der Gefässwand zunächst liegend angetroffen, und diesen Befund für seine Deutung verwerthet.

Nach dem Vorstehenden muss ich also die Angabe Kölliker's, dass das erste Blut in Form solider Zellenstränge im Randtheil des Mesoderma auftrete, in ihrem vollen Umfange bestätigen.

Nur über die Herkunft des peripheren Theils des Mesoblasten besteht eine untergeordnete Differenz zwischen Kölliker's und meinen Angaben. Kölliker leitet denselben ab aus dem Mesoblasten der area pellucida, während ich, gestützt auf Fig. 6, 7, 9, 10, 11, sein Auftreten auf die Zellen des Keimwalls zurückführe. Da ich aber dieselben ebenso auf Furchungszellen zurückführen muss, wie die übrigen Zellen des Keims, so erscheint mir diese Differenz, ob es sich um centrifugales oder um appositionelles Wachsthum des Mesoblasten handelt, nicht als eine principielle.

Ferner muss ich Kölliker's Angaben bestätigen, dass zuerst solide Zellstränge da sind, und dass „als zweites Stadium Hohlgebilde auftreten". Den Modus der Hohlraumbildung berührt Kölliker nicht näher. Gestützt auf Combination von Durchschnitten und Flächenansichten, halte ich es für gerechtfertigt, eine „Gefässplatte" aufzustellen und anzunehmen, dass dieselbe durch multiple Verwachsung mit der Darmfaserplatte die ersten Blutbahnen bilde. Vgl. Fig. 12, Fig. 17. Ohne die Annahme eines selbständigen Wachsthums dieser Platte in den Embryo hinein lassen sich die Flächenbilder nicht in befriedigender Weise deuten, denn es bleibt dann die Regelmässigkeit der Bildung, und die alleinige Sichtbarkeit der „Substanzinseln" unerklärlich. Dass unter der Darmfaserplatte und zwar zuerst in der area opaca, noch Zellen liegen bleiben, zeigt jeder Durchschnitt. Fassen wir diese in ihrer Gesammtheit als dritte Platte des Mesoblasten, so lässt sich nichts dagegen einwenden, wenn wir dadurch uns das Verständniss gewisser Vorgänge erleichtern. Und das ist der Fall. Sicher ist, dass die Darmfaserplatte stets an der Bildung der ersten Gefässwand sich betheiligt (Fig. 12, Fig. 17), sie bildet die obere, die Gefässplatte die untere Wand. Gestützt auf diese Thatsache wird uns die Betheiligung der Darmfaserplatte an der Bildung der Herzwand klar.

Das Herz ist eines der vordersten, und eines der der Mittellinie nächsten Gefässe. Aus beiden Gründen legt es sich erst später an, als die meisten übrigen Blutbahnen, die ja von hinten und aussen nach vorne und innen vorschreiten. Es betheiligt sich nun an der Herzbildung die Gefässplatte und die Darmfaserplatte. Diese letztere bildet aber jederseits von der Medianlinie eine Falte, deren Concavität gegen den Hypoblasten gekehrt ist. Die Gefässplatte macht diese Falte mit; sie läuft der Darmfaserplatte parallel, und kommt dadurch, dass die Falte sich zu einem Ringe schliesst, in das Innere des Ringes hinein zu liegen. (Vgl. Kölliker, 9, Fig. 208, 209, pag. 290.)

Die Gefässplatte bildet beim Herzen das Endothelrohr, während die Darmfaserplatte die Musculatur liefert.

Dass auch bei den übrigen Gefässen die Gefässplatte, die anfangs einen Halbring bildet (vgl. Fig. 12) sich zu einem vollständigen Ringe schliesst und zum Endothelrohr wird, ist mir in hohem Grade wahrscheinlich; denn ich habe an Embryonen vom Anfange des 3. Tages in der area pellucida vollkommen geschlossene Ringe von Spindelzellen zwischen Darmfaserplatte und Hypoblasten angetroffen, also offenbar Gefässquerschnitte, die weiter entwickelt waren als die in Fig. 12 und 17. Beim Herzen trennt sich die Gefässplatte von der Darmfaserplatte und schliesst sich zum Ringe; warum soll es bei den übrigen Gefässen nicht auch so sein? Für die Bildung der Muscularis könnte ja immer die Darmfaserplatte sorgen, wie sie ja bei dem Gefässe mit der stärksten Musculatur, dem Herzen, dasselbe nachweisbar thut, und wie sie auch das Darmepithel mit contractiler Substanz versorgt. Dass die Darmfaserplatte sowohl glatte als quergestreifte Musculatur bilden kann, scheint mir doch die Untersuchungen über ihre Betheiligung an der Entwickelung des Herzens zweifellos erwiesen; keinesfalls lässt sich eine Trennung glatter und quergestreifter Muskeln in morphologischer Hinsicht aufrecht erhalten, da — ich erinnere an die Musculatur der Mollusken — massenhaft Uebergänge zwischen beiden Formen sich finden.

Darauf machte mich schon vor längerer Zeit mein verehrter Freund, Herr Dr. v. Ihering aufmerksam; der Schliessmuskel der Muscheln z. B. ist ein geeignetes Untersuchungsobject (vgl. v. Ihering, Ueber Anomia etc. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. XXX Suppl. pag. 26).

Da ich nur die erste Entstehung der Gefässe behandeln will, nicht aber ihre weitere Entwicklung, so will ich hier nicht weiter auf die Bildung des Endothelrohrs und der Muscularis eingehen.

Es erstreckt sich der Mesoblast nur über einen Theil der proximalen Zone des Keimwalls. Der äussere Theil desselben bleibt, wie er am Ende des ersten Tages war. Auch im Keimwall unter dem Mesoblasten bleiben, wie erwähnt, Zellen zurück. Dieselben gelangen allmählig in die oberen Parteien desselben, und einzelne treten dicht an die untere Fläche der Gefässplatte heran. Indem nun um diese Zeit, gegen Ende des zweiten Tages, der Keimwall bedeutend an Mächtigkeit abnimmt, was ich auf Resorption seines Dotters zurückführen möchte, bleibt der Keimwall an den meisten Stellen nicht dicker, als der Durchmesser einer Dotterkugel beträgt. Die Dotterkugeln selbst platten sich an einander ab und erscheinen wie hochcylindrische Zellen, deren Kerne in den Fuss, d. h. den der Gefässplatte zugewandten Theil der Zelle gerückt sind. H. Virchow und Kölliker haben die Kerne der Keimwallzellen als Kerne der Dotterkugeln gedeutet und angegeben, dass der Keimwulst schliesslich zu einer einschichtigen Zellenlage werde. Man erhält dieses Bild, wenn der körnige Inhalt der Dotterkugeln derart die Zellgrenzen verdeckt, dass man nur die Kerne der letzteren sieht.

Fassen wir die Resultate vorstehender Untersuchung kurz zusammen, so ergiebt sich folgendes. Aus dem Randwulst des unbebrüteten Eies geht der aus Zellen und Dotterelementen gemischte Keimwall hervor (Fig. 2, 4, 6, 7). Die Zellen desselben vermehren sich im Laufe des ersten Tages bedeutend, theilen sich aber vorerst noch keinem Keimblatt zu (Fig. 9, 10). Im Anfange des zweiten Tages concentriren sich die Keimwallzellen zu Haufen (Fig. 15), treten unter den Epiblasten und bilden eine unregelmässig dicke Zellenlage, die mit dem Mesoblasten der area pellucida in Verbindung tritt (Figg. 11, 14). In dieser peripheren Mesoblastpartie entsteht durch Sonderung einer gemeinsamen Anlage sowohl Blut, als Blutbahn; die Blutentstehung bleibt auf diese

Partie des Mesoblasten beschränkt, die Gefässbildung schreitet, unabhängig von den Blutmassen, in die area pellucida hinein vor, und die ersten Gefässe entstehen durch vielfache Verwachsungen zwischen Darmfaserplatte und Gefässplatte. Das Herz legt sich nach demselben Princip an (Fig. 12, 17, 18, 19, 16).

Wenn also auch das Material, dem das Blut entstammt, vorwiegend im Keimwall sich ansammelt; es entsteht weder aus Dotterelementen des Keimwalls, wie His will, noch aus Furchungszellen, die von der Keimhöhle her in den Keimwall eingewandert sind, wie Goette angegeben hat. Auch tritt nicht im Keimwall, sondern auf dem Keimwall, im peripheren Theil des Mesoblasten die Blut- und Gefässbildung ein; es entstehen nur im mittleren Keimblatt, keineswegs unabhängig von demselben, die Blutkörperchen und die ersten Gefässe.

Die Angaben von Remak und Kölliker sind also in allen wesentlichen Punkten begründet; die späteren Angaben, welche in Hauptpunkten von den Resultaten dieser Forscher abweichen, beruhen nach meinen Erfahrungen sämmtlich auf mangelhaften Deutungen der Flächenbilder, wie die von Afanasieff, Klein und Balfour, oder auf ungenügender Trennung dessen, was Dotter ist und was Zellen, wie die Angaben von His und Goette.

Weshalb ich aber den „Keimwulst" Kölliker's nicht anerkennen kann, ist hinlänglich aus meinen bezüglichen Ausführungen zu ersehen. Der Keimwulst ist ein Gemisch von Zellen und Dotter, keineswegs besteht er aus Zellen allein; seine Zellen betheiligen sich vorwiegend an der Bildung desjenigen Theils des Mesoblasten, in dem das erste Blut auftritt. Dies ist der einzige Punkt, in dem meine Angaben mit denen Kölliker's in Widerspruch stehen; wie gesagt, halte ich die Differenz für nicht sehr wichtig, da sie nur die Art, wie der Mesoblast wächst, betrifft. Das Zellmaterial, das ihn nach meiner Auffassung bildet, stammt ja ebenso von Keimzellen ab, wie die übrigen Zellen des Mesoblasten, und die Einheit der Anlage aller Gewebe des Organismus bleibt gewahrt.

Zu erklären bleibt indess noch, wie es kommt, dass die Dot-

terkugeln im Keimwall sich zu einer Lage gruppiren, die meistens eine directe Fortsetzung des Hypoblasten zu sein scheint: wie es kommt, dass unter der area pellucida meistens die Dotterkugeln zerstört werden, während sie in der area opaca in den meisten Fällen erhalten bleiben, so dass der Keimwall auf Durchschnitten sowie auf Flächenschnitten ein mosaikartiges Aussehen zeigt. Es ist freilich wahr, dass der Keimwall keineswegs ein so constantes, in allen Fällen unveränderliches Bild liefert, wie etwa die aus Zellen bestehenden Keimpartien, z. B. der Epiblast; es kommt vor, dass das zellige Aussehen des Keimwalls ganz verschwindet, oder auch nur andeutungsweise hervortritt. Ich vermuthe, dass im Keimwall die resistentesten Dotterkugeln vorhanden sind, so dass bei der Erhärtung nur ein kleiner Bruchtheil jedesmal zerstört wird; ich kann aber nicht erklären, warum hier die granulirten Kugeln resistenter bleiben als anderswo.

Dass es sich aber keineswegs um Zellen handelt, geht wohl zur Genüge aus meiner Darstellung hervor.

Die Untersuchungsmethoden waren dieselben, wie ich sie früher angewandt und mitgetheilt habe (10, pag. 78, 79). Für Flächenpräparate benutzte ich schwache Osmiumlösung, $^1/_{10}$ %, die ich 10—15 Minuten einwirken liess. Den Keimwall zeigen nur Präparate, die mit Carmin oder Picrocarmin gefärbt sind; an Osmiumpräparaten sieht man die hell bleibenden Zellen im dunkeln Dotter durchaus nicht. Carmin färbt eben nur die Zellen, und lässt den Dotter absolut intact. Haematoxylin färbt den Dotter tiefblau, die Zellen schwächer, und ist daher zur Darstellung des Keimwalls ungeeignet.

Wie schon hervorgehoben, lag es nicht in meiner Absicht, die Untersuchung auf die weitere Ausbreitung der primären Blutbahnen im Embryo und die Bildung der secundären Gefässe auszudehnen. Nach den bis jetzt darüber vorliegenden Untersuchungen scheint allerdings eine andere Bildungsweise der letzteren stattzufinden, sowohl bei der pathologischen Neubildung, als bei der Vascularisation von Theilen in späteren Stadien des foetalen Lebens. Die Capillaren wenigstens entstehen durch Hohlwerden von Zellen, welche benachbarte Gefässe mit einander verbinden; ob nicht der-

artiges kurz nach Bildung der primären Blutbahn im Bereich der area pellucida ab und zu vorkomme, will ich nicht direct in Abrede stellen. Balfour scheint solche Vorgänge beobachtet zu haben; sie würden aber schon in den Bereich der secundären Gefässbildung fallen und höchstens beweisen, dass diese zu sehr früher Zeit schon beginnt.

Ebenso ist die Frage, ob nicht später Blutkörper unter Betheiligung der Gefässwand sich bilden, noch einer genaueren Prüfung werth. Nach meinen Untersuchungen entstehen die ersten Blutmassen unabhängig von den ersten Gefässwänden; aber angesichts der Untersuchungen von Wissozky will ich meine Resultate nicht generalisiren, und für alle im Laufe der embryonalen Entwicklung weiter gebildeten Blutkörper als gültig hinstellen. Was die Bildung der secundären Gefässe anbetrifft, so muss ich sagen, dass eine erschöpfende Bearbeitung aller einschlägigen Verhältnisse, während des Embryonallebens und des spätern Wachsthums, bei der Neubildung von Geschwülsten und bei der Wundheilung, erst die Anhaltspunkte liefern kann, um die Entstehungsweise derselben klar zu legen; ich enthalte mich daher eines jeden Urtheils darüber, muss aber hervorheben, dass der Nachweis, die secundären Gefässe entständen z. B. sämmtlich durch Hohlwerden von Zellen, durchaus nicht als Argument gegen die Angaben dienen könnte, dass die primären Blutbahnen als Intercellularräume sich anlegen. Es würde nur daraus hervorgehen, dass die späteren Gefässe anders sich bilden als die ersten; und dafür sprechen auch die vorliegenden Untersuchungen von Ranvier und Wissozky. (Vgl. Ranvier Archives de Physiologie par Brown-Séquard, 1874. pag. 428; Wissozky, Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XIII. pag. 479.)

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXVI—XXVIII.

Fig. 1. Keim v. 24 Stunden, Osmium-Chromsäure. Querschnitt des hinteren Endes des Primitivstreifs. Prst Primitivstreif, eine axiale Verdickung des Mesoblasten, der mit dem Hypoblasten Hpbl untrennbar verbunden ist. Hartnak III/4; eingeschobener Tubus.

Fig. 2. Derselbe Keim, 9 Schnitte weiter vorn. Verwachsung des Epiblasten mit dem Mesoblasten im Bereich der Primitivrinne. Epb. Epiblast; Msb Mesoblast, Hpbl Hypoblast. Prn Primitivrinne. Hartnak III/4, eingeschobener Tubus.

Fig. 3 (identisch mit Fig. 5 meiner früheren Arbeit). Unbebrüteter Keim; Trennung von Randwulst und Keimwall. Os obere Keimschicht; rw Randwulst der unteren Schichte; Kw Keimwall. KI, KII granulirte Dotterkugeln im Randwulst. Leitz I/5, eingeschlobener Tubus.

Fig. 4 (identisch mit Fig. 7 meiner früheren Arbeit). Keim, 9 Stunden bebrütet. Erste Anlage des Mesoblasten, Uebergehen des Randwulstes in den Keimwall. Epb Epiblast; pr Primitivstreif, Mesoblast, hpb, Hypoblast. Kw Keimwall, dzn, pzn, distale und proximale Zone desselben. a, b, Uebergang des Hypoblasten in den Keimwall. Leitz I/5, eingeschobener Tubus.

Fig. 5 Keim v. 11 Stunden. Schnitt durch die area opaca, senkrecht auf den Primitivstreifen, hinter dem Schwanzende des Embryo. Zusammensetzung des Keimwalls aus Dotter und Zellen. Epb Epiblast, Kw Keimwall, entsprechend dem Mesoblasten und Hypoblasten zusammen. A distale Zone, bei stärkerer Vergrösserung dargestellt in Fig. 6; B das in Fig. 7 gezeichnete Stück der proximalen Zone. Winkel II/2.

Fig. 6. Distale Zone des Keimwalls. Z. Keimwallzelle mit grossem Kern und dünnem, aber deutlich sichtbarem Zellprotoplasma; Dk I Dotterkugel mit feingranulirtem Inhalt. Dk II Dotterkugeln, die einen Zellkern zu umschliessen scheinen, da ihr Inhalt die Zellgrenze verdeckt. Dk III kleinere Dotterkugeln. Epb Epiblast. Winkel II/8.

Fig. 7. Stück der proximalen Zone des Keimwalls. Epb' Epiblast; Z Zellen mit deutlichem Protoplasma ähnlich den Epiblastzellen. Dk I Dotterkugeln. Winkel II/8.

Fig. 8. Derselbe Keim; Uebergang der beiden untern Keimblätter in den Keimwall; mittleres und unteres Keimblatt noch nicht deutlich getrennt. A Grenze zwischen area pellucida und area opaca, innere Grenze des Keimwalls. Dk granulirte Dotterkugeln, eine davon mit

einem scheinbaren Kern. Epb Epiblast, Kw Keimwall, mit vielen Dotterkugeln und Zellen dazwischen. Z Keimwallzellen. Winkel II/8.

Fig. 9. Keim v. 16 Stunden. Stück der proximalen Zone des Keimwalls. Theilung der Keimwallzellen; die Dotterkugeln im Keimwall meistens zerstört. Epb Epiblast. Z I Keimwallzellen in Theilung. G D Gelber Dotter an der unteren Grenze des Keimwalls. Winkel II/8.

Fig. 10. Keimwall eines Eis von 29 Stunden. Bedeutender Zellenreichthum der proximalen Zone; gruppenweise Anordnung der Keimwallzellen. Der Epiblast ist weggelassen. G D gelbe Dotterkugeln an der unteren Grenze des Keimwalls, Z sternförmige Zelle zwischen denselben frei liegend. Z G Zellengruppen; Dk erhaltene Dotterkugeln im Keimwall, identisch mit denen des gelben Dotters. Winkel II/8.

Fig. 11. Mesoblastbildung in der area opaca, auf der innersten Zone des Keimwalls, ohne Verbindung mit dem Mesoblasten der area pellucida. A p area pellucida, A o area opaca. Epb, Msb, Hpb, die 3 Keimblätter der area pellucida; nur das obere geht auf die area opaca über. Hpbl I verdicktes Ende des Hypoblasten an der inneren Grenze des Keimwalls. Kw Innerstes Stück des Keimwalls, bestehend aus Dotterkugeln mit spärlichen Zellen. A, B, C, verdickte Stellen des Mesoblasten der area opaca, noch ohne Verbindung untereinander. Winkel II/8.

Fig. 12. Spaltung des Mesoblasten der area opaca in drei Platten; erste Gefässbildung; Durchschnitt einer Substanzinsel. Gefüllte und leere Gefässe. Epb Epiblast, Hfp Hautfaserplatte, Dfp Darmfaserplatte, Gfp Gefässplatte des Mesoblasten. a I, a II, a III verdickte Stellen der Darmfaserplatte, entstanden durch Verwachsung der Gefässplatte mit ersterer. Dieselben sind Durchschnitte der in Fig. 16 und 19 gezeichneten Zellenringe um die Substanzinseln. G leeres Blutgefäss, G I, G II Hälften von gefüllten Gefässen. Die Gefässwand wird von der Darmfaserplatte und der Gefässplatte gebildet. B l Blut. Winkel II/8.

Fig. 13. Innere Gränze des Keimwalls, Verhältniss der Zellen desselben zu den Dotterkugeln. Der Schnitt ist vor dem Kopfende des Embryo geführt. Die Dotterkugeln sind durch die Erhärtung in verschiedener Weise verändert worden. Epb Epiblast, Dk I leere Dotterkugeln, Dk II zum Theil gefüllte Dotterelemente, Dk III Bruchstücke von Rindenschichten derselben, in situ verblieben. Der Keim ist 34 Stunden bebrütet. Kw Keimwall. Die Zellen liegen zwischen den Dotterkugeln. Winkel II/8.

Fig. 14. Wachsthum des Mesoblasten in der area opaca durch Apposition von Keimwallzellen, der Mesoblast unregelmässig dick. Der Epiblast ist weggelassen, der Keimwall nur zum Theil ausgeführt. Msb Mesoblast; bei a und b. Zellen, die sich aus dem Keimwall her an

die untere Fläche des Mesoblasten anlegen. Z Keimwallzellen. Winkel II/8.

Fig. 15. Concentrirung der Keimwallzellen zu Zellhaufen, und beginnende Wanderung dieser nach oben. Der Epiblast ist weggelassen. Msb Mesoblast. a Zellhaufen im Mesoblasten, in eine Vertiefung des Keimwalls eingreifend, b Zellhaufen im Keimwall, durch einige Zellen mit dem Mesoblasten verbunden. Winkel II/8.

Fig. 16. Substanzinseln eines Keims von 11 Urwirbeln, von der Fläche gesehen (vgl. Fig. 12). Si Substanzinseln, A zellige Wand, B Inhalt derselben (Dotter), Bl Blutbahn. Winkel II/7.

Fig. 17. Randvene eines Keims von 44 Stunden im Querschnitte. Spaltung des Mesoblasten in 3 Platten. Art der Gefässbildung wie in Fig. 12. Der Keimwall ist weggelassen. Epb Epiblast, Hfp Hautfaserplatte, gegen den Rand sich auflockernd. Hfp I Zellen, die zu ihr gehören, Dfp Darmfaserplatte, Gfp Gefässplatte. Winkel III/8.

Fig. 18. Keim von 11 Urwirbeln, Osmiumpräparat. Die eine Hälfte des hinteren Körperabschnitts ist gezeichnet. Ao innerer Theil der area opaca — area vasculosa, Ap area pellucida, Uw Urwirbel, Si ringförmige Substanzinseln, bei dieser Vergrösserung nur in der area pellucida deutlich. Bl Blutmassen, auf die area opa beschränkt. Winkel II/1.

Fig. 19. Vorderer Abschnitt von Fig. 18 bei stärkerer Vergrösserung. Bezeichnungen dieselben. Die ringförmigen Verwachsungsstellen zwischen Gefässplatte und Darmfaserplatte (Substanzinseln) sind leer gelassen, die Blutbahnen gelb gehalten. Unabhängiges Vorschreiten der Gefässe in die area pellucida. Winkel II/5.

Fig. 20. Flächenschnitt eines Keimwalls von 54 Stunden. Zellen in den Interstitien der Dotterkugeln liegend; die letzteren ganz oder zum Theil entleert. Z Keimwallzellen, Dk zum Theil gefüllte, Dk I leere Dotkugeln. Vgl. Fig. 13. Leitz I/7.

Fig. 21. Isolirte Keimwallzellen. a und b aus einem Keim von 11 Stunden, nach 4wöchentlicher Maceration in diluirtem Alcohol, c aus einem Keim von 16 Stunden nach 10tägiger Maceration in 10 % Kochsalzlösung. c I Zelle in Theilung. Vgl. Fig. 6, 7, 9. Leitz I/7.

Fig. 22. Dotterformen aus dem gelben Dotter eines sehr früh während der Bebrütung abgestorbenen Ei's, ohne jeden Zusatz untersucht und gezeichnet. a aus Segmenten zusammengesetzte mehrkörnige Dotterkugel; b weiter fortgeschrittener Zerfall des Inhalts, aber im mittleren Segment weniger als in den beiden andern; C, C I feingranulirte gelbe Dotterkugeln; bei d eine aus zahlreichen Segmenten bestehende gelbe Dottermasse; d I, d II, d III grössere durchscheinende Inhaltskörner, an Kerne in feingranulirtem Protoplasma erinnernd, sie sind identisch mit den kleineren Körnern von a. Leitz I/7.

Fig. 23. Aeusserster Rand der distalen Zone eines macerirten und zerzupften Keimwalls von 11 Stunden. Form der Keimwallzellen deutlich erkennbar; D Fragmente von Dotterkugeln. Winkel II/8.

Literatur.

1) Remak, Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin, 1855.

2) His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig, 1868.

3) His, Der Keimwall des Hühnereis und die Entstehung der parablastischen Zellen. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd. I. pag. 274. 1875.

4) Afanasieff, Ueber die Entwicklung der ersten Blutbahnen im Hühnerembryo. Wiener Sitzungsberichte Bd. 53. 1866.

5) Klein, Das mittlere Keimblatt in seinen Beziehungen zur Entwicklung der ersten Blutgefässe und Blutkörperchen. Wiener Sitzungsberichte Bd. 63. 1871.

6) Balfour, The development of the bloodvessels of the chick. Quarterly Journal of mikroskopical Science. 1873.

7) A. Goette, Ueber die Bildung der Keimblätter und des Blutes im Hühnerei. Archiv f. mikrosk. Anatomie X, 1874.

8) H. Virchow, Ueber das Epithel des Dottersacks im Hühnerei. Berliner Dissertation. 1875.

9) Kölliker, Entwicklungsgeschichte, 2. Aufl. Leipzig 1876.

10) Disse, Die Entwicklung des mittleren Keimblatts im Hühnerei. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. XV. 1878.

Zur Kenntniss der Säugethierchorda.

Von

Dr. Ludwig Löwe in Berlin.

Hierzu Tafel XXIX, Fig. 1—10.

A. Litteratur über das Vorhandensein von Chorda-Resten beim erwachsenen Säugethiere.

Luschka (Halbgelenke, Berlin 1852, p. 58) giebt an, dass die Pulpa intervertebralis der Zwischenwirbelbänder aus einer ampullenartigen Anschwellung der Chorda dorsalis hervorgehe. Virchow dagegen (Ueber die Entwicklung des Schädelgrundes S. 38) lässt den Gallertkern der Wirbelsäule des Neugeborenen durch Erweichung der Grundsubstanz entstehen. Die in demselben eingebetteten zelligen Elemente sollen ursprünglich mit den Knorpelzellen identisch sein, sich später aber durch Ausbildung von Vacuolen zu sogenannten Physaliphoren umwandeln. H. Müller (Ueber das Vorkommen von Resten der Chorda dorsalis beim Menschen nach der Geburt und über ihr Verhältniss zu den Gallertgeschwülsten am Clivus. Zeitschrift für rationelle Medicin 3. Reihe II. B. 1858 und Würzburger Verhandlungen B. VIII S. 21) weist in der Schädelbasis, in dem Zahn des Epistropheus, dem Kreuz- und dem Steissbein Chorda-Reste nach, giebt aber an, dass in den Intervertebral-Ligamenten die Chorda durch die Bildung der Zwischenwirbelhöhle unkenntlich gemacht würde. Dursy (Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere. Tübingen, 1869. Laupp p. 30) beschreibt ein Meniskusartiges Gebilde in der Mitte des Zwischenwirbelbandes und lässt das Centrum dieses Meniskus von der Chorda durchsetzt sein. Für den Erwachsenen leugnet Dursy die Betheiligung der Chorda an der Bildung der Zwischenwirbel-Pulpa. C. Hasse und W. Schwark (Hasse's anatomische Studien, Heft III S. 542 und 569)

kommen zu keinem bestimmten Resultate über die Betheiligung der Chorda an der Bildung der bleibenden Wirbel.

J. Heiberg (Ueber die Zwischenwirbelgelenke und Knochenkerne der Wirbelsäule bei den Neugeborenen und ihr Verhalten zur Chorda dorsalis. Schenk's Untersuchungen II. Heft) lässt die Chorda dorsalis beim Menschen keinen Antheil an der Bildung der Pulpa des Intervertebral-Ligamentes nehmen.

B. Litteratur über das Verhalten der Chorda-Scheide beim Säugethier.

Dursy (l. c.) betrachtet die sogenannte Chorda-Scheide nicht als eine solide Masse, sondern als den optischen Ausdruck einer Flüssigkeitssäule, in deren Axe die Chorda schwimmt. Die Flüssigkeit soll ein Sekret der Chorda-Zellen sein und sich Anfangs zwischen den einzelnen Zellen ansammeln, dann sie zu einem Netzwerk abplatten, endlich einzelne davon unterbrechen. An einer andern Stelle seines Werkes (pag. 21) stellt übrigens Dursy noch eine zweite Ansicht über die Chordascheide auf, indem er sie hier für aus abgeplatteten Zellen zusammengesetzt erklärt. W. Müller (Ueber den Bau der Chorda dorsalis. Jenaische Zeitschrift B. VI) hält dagegen die Chordascheide für eine doppelt brechende, feste Hülle, für eine Art Cuticula, die von den Zellen selbst abgesondert werde. v. Mihalkovicz (Arch. f. mikrosk. Anatomie Bd. XI) schliesst sich für Kaninchenembryonen W. Müller's Ansicht an, da die Chordascheide schon früher gebildet sei, bevor eine die Flüssigkeit abgrenzende Wand vorhanden ist. Nur hält v. Mihalkovicz die Chordascheide nicht für eine Ausscheidung der Chordazellen, sondern für eine eigenthümliche Umwandlung des umgebenden Bindegewebes, indem diese Zellen sich aufhellen und mit einander verschmelzen. v. Mihalkovicz vergleicht die Chordascheide mit der Linsenkapsel.

C. Litteratur über den Bau des Chorda-Restes beim jugendlichen und beim erwachsenen Säugethier.

Ueber den Bau der Chorda des jugendlichen und des erwachsenen Säugethieres cursiren folgende Angaben in den Lehrbüchern. Kölliker (Leipzig 1867, S. 195) beschreibt sie im Gallertkern

der ligamenta intervertebralia eines einjährigen Kindes als aus einer weichen Zwischensubstanz und vielen haufen- oder netzartig verbundenen Strängen von eigenthümlichen Zellen mit Vacuolen zusammengesetzt. Beim Erwachsenen soll eine scharf begrenzte Höhle zur Aufnahme des Chordarestes, wie sie dem Kinde zukommt, fehlen, und die Chorda selbst, die noch in gewissen Fällen die eigenthümlichen Zellen des Neugeborenen zeigt, soll mit unregelmässigen Fortsätzen in den anstossenden Theil des Faserknorpels der Ligamenta intervertebralia eingreifen. Nach Krause's Lehrbuch 1876 S. 57 besteht die Chorda dorsalis aus Knorpel, dessen Chondroblasten je einen einzigen grossen Fetttropfen führen und in Folge dessen unverhältnissmässig gross sind. Dadurch wird die Grundsubstanz zwischen den Knorpelzellen so verringert, dass die Knorpelkapseln einander fast unmittelbar berühren und das ganze Gewebe Aehnlichkeit mit Fettgewebe gewinnt. Frey (Lehrbuch 1876 S. 198) giebt an dass die Chorda des Neugeborenen aus vielen, zahlreiche Kerne oder endogene Zellen enthaltenden Mutterzellen bestehe. Daneben kommen zähe, glasartige, relativ grosse Körperchen vor, die theils noch mit erkenntlichen Tochterzellen theils mit zahlreichen Tropfen einer eiweissartigen Substanz erfüllt sind und eine dicke Hülle führen. Im späteren Leben sollen diese Gebilde und die Mutterzellen der andrängenden Wucherung des Fasernetzes der Ligamenta intervertebralia zum Opfer fallen.

D. Litteratur über den Bau der Zwischenwirbelscheibe.

Die Zwischenwirbelbänder bestehen nach Luschka (l. c) aus 3 Theilen: 1. aus einer äusseren Lage von Faserknorpel, 2. aus einem mittleren weichen Kern; 3. aus einer dem Knochen unmittelbar aufliegenden Knorpellage. 1) Die äussere Schicht von Faserknorpel ist nach Kölliker (Lehrbuch 1867 S. 195) zu äusserst aus Bindegewebe, mehr nach innen aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe und Faserknorpel zusammengesetzt; letzteres lässt kleine, reihenweis gestellte, verlängerte Knorpelzellen erkennen, die in einem faserigen Gewebe liegen, das von gewöhnlichem straffen Bindegewebe durch eine grössere Steifheit, den Mangel deutlicher Fibrillenbündel und elastischer Fasern unterschieden ist.

Die zwischen den Faserknorpellagen eingeschobenen Binde-

gewebsringe, welche nach Luschka (l. c.) auch Blutgefässe führen, besitzen ebenfalls relativ sehr starke Fibrillen und nur wenig Bindegewebskörperchen. Die elastischen Fasern mangeln auch ihnen vollständig. Die Fasern in den Knorpellagen sowohl als in den bindegewebigen Zwischenwirbellagen stehen ohne Ausnahme schief, so dass sie sich kreuzen. Durch letzteren Umstand wird bedingt, dass die einzelnen Zwischenwirbelschichten selbst da, wo sie nur bindegewebig oder nur faserknorplig sind, doch durch abwechselnde Färbung sich gegen einander absetzen (Henle Anatomie 1. B.). Ausserdem ist noch zu erwähnen, dass auch die einzelnen Lagen aus Blättern bestehen, die im Bindegewebe circulär, im Faserknorpel radiär gestellt sind. Der Bau des Gallertkerns zeigt nach Kölliker (l. c.) — abgesehen von den Resten der Chorda — wiederum Faserknorpel und weiches Bindegewebe. Der mittlere Theil der Fasermasse der Ligamenta intervertebralia geht gegen den Wirbelkörper zu in eine Lamelle von Knorpelsubstanz über. Die äusseren Theile dagegen bleiben faserknorplig und senken sich mit ihren Fibrillen direct in die Marklücken der Wirbelkörperoberfläche ein. Frey (l. c.) giebt an, dass der weisse Kern der Zwischenwirbelscheibe beim Erwachsenen aus zottenförmigen Fortsätzen des peripherischen Bindegewebs-Knorpels gebildet sei, welche dicht neben einander gedrängt liegen und in der Mitte die Höhle für die Reste der Chorda freilassen.

E. Litteratur über die Knochenkerne der Wirbel.

Nach H. Müller (l. c.) wird in den verknöchernden Wirbeln die Stelle der früher dort vorhandenen Chorda durch einen soliden Strang angezeigt. Heiberg (l. c.) belegt diese Müller'schen Stränge mit dem Namen des „Centralbalkens". Ein solcher besteht nach Heiberg aus Knorpel und geht im Centrum des Ossificationsbezirks von oben nach unten in der Längsaxe der Wirbelsäule. Er ist nie continuirlich, sondern erleidet in jeder Metamere zwei Unterbrechungen 1) im intervertebralen Ligament und 2) genau im Centrum des Knochenkörpers. In jedem Wirbel hat man somit zwei isolirte Knorpelstücke, die weder unter sich noch mit denjenigen eines andern Wirbels in Zusammenhang stehen. In der Mitte des Knochenkerns geschieht die Unterbrechung durch Knochen,

im Intervertebralligament durch eine verschiedene Anordnung der Knorpelzellen. Heiberg unterscheidet am knorpligen Centralbalken eine innere kleinzellige und eine äussere grosszellige Zone, die von einander nicht scharf getrennt sind. Die Mitte des Balkens zeigt ein gestreiftes Aussehen, welches nicht von Faserbildung, sondern lediglich von den aneinander gereihten, länglichen, hier sehr schmalen Knorpelzellen herrührt.

Schon ehe die Knochenkerne im Wirbel angelegt sind, zieht nach Heiberg durch die ganze noch knorplige Wirbelsäule ein Streifen besonders grosser und eigenthümlich angeordneter Knorpelzellen. Derselbe ist auf die Chorda zu beziehen. Doch giebt Heiberg nicht an, ob er von der Chordascheide oder sonst von einem andern Bestandtheil der Chorda herrührt. Eigenthümlich ist nach Heiberg die Art, in der der Centralbalken in der Mitte jedes Wirbelkörpers ossificirt und so an dieser Stelle verschwindet. Dies geschieht nämlich durch Imprägnation mit Kalksalzen — also nach dem sogenannten metaplastischen Typus (Strelzoff's).

F. Eigene Untersuchungen.

Trotz der, wie die vorstehenden Zeilen zeigen, unverhältnissmässig reichhaltigen Literatur über die Säugethierchorda hat eine erneuerte Untersuchung dieses Gebildes manche, bis jetzt wie es scheint nicht oder nicht genügend gewürdigte Resultate ergeben, zu deren Schilderung nunmehr übergegangen werden soll. Ich beginne mit der Beschreibung der Chorda eines Kaninchenembryo von ca. 1 cm Körperlänge. Fig. 1 giebt einen Sagittalschnitt durch die Medianebene eines solchen bei Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 1}}$ c. T wieder. Die Wirbelsäule (c v) durchzieht als cylindrischer Strang den ganzen Rumpftheil des Embryo. Dieselbe endigt an dem in Fig. 1 nicht gezeichneten Schwanze mit einer abgestumpften Spitze. Im übrigen Embryonalleib hat sie fast überall die gleichen Dicken-Dimensionen. Die Mitte der Wirbelsäule (c v) wird von der Chorda (c h) eingenommen, welche ebenfalls überall gleich weit ist und einen dunkeln aus den bekannten Chordaelementen gebildeten Axenfaden sowie eine glashelle Chordascheide erkennen lässt. Die Wirbelsäule ist entsprechend der Krümmung des ganzen Embryo's ge-

krümmt, ebenso auch die Chorda. Beide sehen mit ihrer Concavität in dem in Fig. 1 gezeichneten mittleren Abschnitt der Wirbelsäule nach vorne gegen die Leibeshöhle. Die Wirbelsäule (c v Fig. 1) besteht aus abwechselnd hellen und dunklen Flecken. Von letzteren waren in dem Sagittalschnitt durch den ganzen Embryo, dessen mittlerer Abschnitt Fig. 1 zeigt, ca. 35 vorhanden. Doch konnte die Zählung nicht genau ausgeführt werden, da der Schnitt wegen der Embryonalkrümmung nicht vollständig die Mittellinie des Körpers ihrer ganzen Länge nach getroffen hatte. Von der Mitte des einen bis zur Mitte des andern dunkeln Segmentes beträgt der Abstand an der in Fig. 1 gezeichneten mittleren Parthie des Embryonalkörpers ca. 250 μ, wovon ca. 110 auf den hellen und ca. 140 auf den dunklen Theil kamen. Die Chorda verläuft sanft S förmig geschlängelt, so dass sie in den hellen Abschnitten (Fig. 1 x) immer eine leichte Krümmung mit hinterer und in den dunklen (Fig. 1 y) eine solche mit vorderer Concavität macht. Der vordere und ebenso der hintere Contour der Wirbelsäule (c v Fig. 1) ist nicht glatt, sondern ebenfalls mit kleinen Einbuchtungen z (den letzten Andeutungen der ursprünglichen Urwirbelsegmentation) besetzt. Dieselben liegen immer an den hellen Stellen. Es springen mithin die dunkleren Parthien schwach rosenkranzförmig (z 1) vor. Das vor der Wirbelsäule einherlaufende, grosse Gefäss (a), die Aorta, ist dementsprechend an seiner hintern Wand ebenfalls rosenkranzförmig mit halbkugeligen Höckern-den Anlagen (resp. bei weiter entwickelten Embryonen den Abgangsstellen) der hier in Fig. 1 nicht gezeichneten Wirbelarterien versehen. Das Rückenmark (m sp) stellt in Fig. 1 ein durchaus von parallelen Contouren umgrenztes Gebilde dar, das gegen die Schwanzspitze hin ebenfalls etwas verjüngt endigt. An demselben ist bereits eine Differenzirung in eine helle Randschicht, die Anlage der Vorder- (f a) und Hinterstränge (f p) und in eine dunklere Markzone (s. g), die Anlage der späteren grauen Rückenmarkssubstanz bemerkbar. Nach hinten wird der Hohlraum, in welchem das Rückenmark suspendirt ist, durch den Contour für das Hautsystem (e) geschlossen. Die Rückenmarkshäute existiren noch nicht, ebenso ist der für die Unterbringung des Centralnervensystems bestimmte Kanal der Wirbelsäule noch nicht von einer besonders markirten harten Hirnhaut ausgekleidet. Dura und Arachnoidea stecken noch gemeinsam in der Mesodermmasse des häutigen Rückenmarkkanals, welcher seiner-

seits mit der Wirbelsäule und dem Oberhautsysteme fest verbunden ist[1]).

In den hellen Parthien (x) der Wirbelsäule (c v der Fig. 1) ist die Anlage der Wirbelkörper, in den dunkelen (y) die der Zwischenwirbelscheiben gegeben. Dies lehrt in unzweifelhafter Weise ein Blick auf Fig. 2, welche Figur ein Stück der Wirbelsäule der Fig. 1 bei stärkerer Vergrösserung darstellt. Die die ganze Wirbelsäule durchziehende Wirbelseite (c h) lässt wiederum jene leichten Schlängelungen erkennen, die in Fig. 1 schon erwähnt sind und aus deren Verlauf sich schliessen lässt, dass die rechte Seitenkante der Fig. 2 nach vorn, die linke nach hinten gerichtet ist. In Mitten je eines knorpeligen Wirbelkörpers (w. k) ist die Chorda etwas verdickt (m. v), indem sich hier ihr Halbmesser auf 2—3 Zellenbreiten erhebt, während er in den Zwischenwirbelscheiben (i l) nur 1—2 Zellenbreiten beträgt. Die Zellen der Chorda sind in diesem Stadium grossen, gut tingirbaren Knorpelkapseln nicht unähnliche Gebilde, deren Kerne in lebhafter Theilung begriffen sind. Letztere erfüllen nicht ganz den Raum der Zelle, sondern lassen einen schmalen, lichten Grenzsaum übrig. Die ganze Chorda wird von der hellen Chordascheide eingerahmt, welche überall gleich breit ist, also da, wo in der Mitte des chordalen Wirbelkörpers die Chorda selbst etwas anschwillt, ebenfalls diese Verbreiterung mitmacht. Diese Thatsache scheint sehr zu Gunsten der von W. Müller (l. c.) und von v. Mihalkovicz (l. c.) vertretenen Ansicht über die feste Beschaffenheit der Chordascheide zu sprechen. Wenn letztere, wie Dursy (l. c.) meint, eine Flüssigkeitssäule wäre, so wäre gar nicht abzusehen, weshalb sie im Centrum des chordalen Wirbelkörpers die Verdickung der Chorda mitmachen sollte.

Die Knorpelzellen der Wirbelkörper (Fig. 2 w k) sind in lang gezogenen Ellipsen angeordnet, in deren längster Axe die Chorda selbst gelegen ist. Je weiter sich die Knorpelzellen des Wirbelkörpers von der Chorda entfernen, umsomehr nähern sich die von ihnen gebildeten Linien der Kreisform. Sobald sie letztere er-

---

1) Nähere Angaben über Bildung der bleibenden Cerebrospinalhöhle und des indumentum externum encephali et medullae spinalis finden sich bei His (Hühnchen), Goette (Unke), v. Mihalkovicz (Gehirn) sowie in einem „zur Histologie des Bindegewebes" betitelten Aufsatz des Verfassers im Jahrgang 1878 des Archivs für Anatomie von His und Braune.

reicht haben, hören die Knorpelzellen auf und verwandeln sich in gewöhnliche embryonale Bindegewebszellen (Fig. 2 e b). Letztere sind rings um den Wirbelkörper in 3- bis 4fachen Reihen, eine sehr dicht an die andere gestellt. Während die knorpligen Antheile der Wirbel denjenigen Stücken des Blastems entsprechen, welche Hasse und Schwark (Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule, Hasse's Arbeiten 1. Heft 1869) den „eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper" nennen, correspondiren die peripherischen Lagen embryonaler Bildungszellen (Fig. 2 e b) mit der sogenannten „skelettbildenden Schicht" dieser beiden Autoren. Das Intervertebralligament (Fig. 2 i l) besteht um diese Zeit ebenfalls aus embryonalen, straff an einander gereihten Bindegewebselementen, die in Ellipsen geordnet sind, deren längste Axe die Chorda bildet. Die Intervertebral-Ellipsen stehen radiär zu der kreisförmigen Oberflächenschicht des skelettbildenden Bindegewebes (Fig. 2 e b), an das sich die Zwischenwirbelscheiben ansetzen.

Nach vorn und hinten sind Wirbelkörper und Zwischenwirbelscheiben von einer continuirlichen längsgefaserten Bindegewebsmasse (l b) eingerahmt, welche vorn sehr stark, hinten aber nur fast unmerklich durch das convex vorspringende Intervertebralligament eingedrückt wird.

Fig. 3 zeigt den Process der Chordabildung etwas weiter vorgeschritten. Ausser den Verdickungen der Chorda in der Mitte je eines chordalen Wirbelkörpers (m. v) hat sich jetzt auch in jedem Intervertebralligament (i l) je eine Wirbelsaitenverdickung (c d) ausgebildet. Letztere ist weit stärker als erstere. Dadurch erhält die Chorda (Fig. 3) ein rosenkranzförmiges Aussehen. Die grossen Knoten des Rosenkranzes (c d) bezeichnen die Intervertebralligamente, die kleinen (m v) den chordalen Wirbelkörper. Die übrigen Bestandtheile der Fig. 3 zeigen noch dieselbe Beschaffenheit wie in Fig. 2. Namentlich ist hervorzuheben, dass auch jetzt im Intervertebralligament eine Sonderung in chordalen Wirbelkörper und skeletogene Schicht (Hasse und Schwark) noch nicht eingetreten ist.

Letztere kommt erst in dem Moment zu Stande, wo, wie in Fig. 4, die Chorda sich aus den Wirbelkörpern zurückgezogen hat und in die Zwischenwirbelscheiben definitiv eingetreten ist. Zu einer bestimmten Zeit des fötalen Lebens (bei Kaninchen an Embryonen von $1^1/_2$ cm Körperlänge) stauen sich die Zellen der Chorda

an den starken rosenkranzförmigen Verdickungen (c d) der Zwischenwirbelscheibe (Fig. 3) gegeneinander. Zugleich trennt sich ihre Continuität an den mittlern Verdickungen der chordalen Wirbelkörper (m v Fig. 3), so dass dadurch die Wirbelsaite in so viel Stücke zerfällt, als Metameren vorhanden sind. Im Centrum jedes Wirbelkörpers tritt eine längsverlaufende Flüssigkeitsspalte auf. In dem Momente, in dem dies geschieht, schnellen die Zellen der Wirbelsaite von der Mitte des Wirbelkörpers her gegen einander und fügen sich im Centrum der Zwischenwirbelscheiben zu einem grossen, etwas flach gedrückten, spindelförmigen Gebilde zusammen. Letzteres nimmt jetzt weit mehr Raum ein als die früheren Intervertebral-Verdickungen, einestheils weil es ja auch die früher im Wirbelkörper gelegenen Chordazellen in sich bergen muss, anderntheils aber desshalb, weil es durch zahlreiche Flüssigkeitsabscheidungen aufgebläht wird. Der Binnenraum der Spindel wird vielfach von Vacuolen durchbrochen, so dass die Chordazellen auf ein aus länglichen Strängen bestehendes sehr zierliches und sehr regelmässiges Netzwerk reduzirt werden. Fig. 10 zeigt ein Stück dieses Netzwerkes bei starker Vergrösserung von einem beinahe ausgetragenen Embryo. Die Chordazellen sind ganz hell geworden; ihre Kerne sind an die Peripherie gerückt und jetzt nur noch in der Einzahl in je einer Zelle vorhanden.

Die ganze Chordaspindel (Fig. 4) ähnelt auf dem Quer- oder Längsschnitt mit ihrer kreisrunden Umgrenzung, ihrer radiär vom Centrum ausstrahlenden, peripherisch geschlossenen Anordnung einem Wagenrad mit etwas gekrümmten Speichen. Der Chordakanal, in welchem früher (Fig. 1—3) die vertebralen Stücke der Chorda gelegen waren, persistirt auch in Fig. 4 noch eine Zeitlang als mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum (c b) fort. Anfangs erstrecken sich noch kleine spitze Fortsätze der intervertebralen Chordaspindel in ihn hinein. Später werden auch diese in das Intervertebralligament einbezogen. Zugleich collabiren dann die beiden, aus den Chordascheiden gebildeten Wände des Chordakanals und stellen fortan den hellen, von W. Müller entdeckten und von J. Heiberg mit dem Namen des Centralbalkens belegten Knorpelstreifen dar, der die Mitte jedes in Verknöcherung begriffenen Wirbels von oben nach unten durchzieht.

Fig. 4 zeigt zum ersten Male die Sonderung der Zwischenwirbelscheiben in einen innern, chordalen (i l) und einen äusseren

skeletogenen Abschnitt (δ). Beide bestehen aus Knorpelzellen, die der Peripherie der spindelförmigen Chordafigur parallel gestellt sind. Beide zeichnen sich von den Knorpelelementen des Wirbelkörpers durch etwas dunklere Färbung aus und markiren hierdurch den Unterschied in der ersten Anlage einer Faser- gegenüber derjenigen einer hyalinen Knorpelmasse. Die skeletogene Schicht des Intervertebralligaments unterscheidet sich von der chordalen durch grössere Fähigkeit zur Farbstoff-Aufnahme und durch die eigenthümliche Stellung der Elemente. Letztere sind im chordalen Intervertebraltheil in Ellipsen mit langer Quer- und kurzer Längsaxe gestellt, die fast vollständig den Chordakern umgreifen. Im skeletogenen Intervertebraltheil aber kommen nur die Seitenkanten dieser Ellipsen in Betracht. Die skeletogene Intervertebralschicht ist eine Fortsetzung derjenigen des Wirbels. Dieselbe schwillt an jedem Intervertebralligament, namentlich an der vorderen Peripherie desselben kräftig an, in der Höhe der Wirbelkörper reducirt sie sich dann wieder auf ein ganz dünnes Band.

Fig. 5 zeigt einen Sagittalschnitt durch die Wirbelsäule eines neugeborenen Kaninchens. c h ist wieder die spindelförmige Chordafigur. Die Spitzen derselben, mit denen sie in die Centralbalkenhöhle (c b) noch eine kurze Strecke hinein vordringt, sind mit dem Buchstaben α bezeichnet. c s ist die Chordascheide, die an der Peripherie der spindelförmigen Figur noch deutlich in die Erscheinung tritt; i l die Zwischenwirbelscheibe, an der man wiederum einen inneren, hellen, chordalen (i l) und einen äussern dunklen, skeletogenen Abschnitt (δ) unterscheiden kann. Die Zellen im Zwischenwirbelligament bilden in der mittlern Parthie (i l) parallel der Oberfläche der spindelförmigen Chorda-Figur gekrümmte Bögen, deren Convexität nach innen schaut, in dem obern und untern Abschnitt dagegen biegen sie sich S förmig um, so dass sie nach innen convex werden. Im Ganzen bilden sie also eine dreifach gekrümmte Curve. In Folge dessen kann man an jeder Zwischenwirbelscheibe 3 Theile unterscheiden: eine mittlere (m d) und eine obere und untere (o und u). Die mittlere Zone ist weit dichter als die beiden andern gefügt; weil in der Mitte der Zwischenwirbelscheibe die spindelförmige Chordafigur mit ihrer Verbreiterung in die Faserknorpelmassen hineinragt und diese comprimirt, während sie nach oben und unten ganz dünn wird und dadurch der Faserknorpellage Gelegenheit giebt, sich zu verbrei-

tern. Somit beruht der oben erwähnte Umstand, dass die Zwischenwirbelscheibe an der Knochenoberfläche in eine hyaline Knorpellamelle übergeht, auf einer einfachen Druckwirkung.

Es sei gestattet, mit ein paar Worten die eigenthümliche Anordnung der Knorpelzellen im verknöchernden Wirbel (Fig. 5) zu berühren. O. Rosenthal hat (Doctor-Dissertation, Berlin 1875) zuerst darauf hingewiesen, dass die Knorpelzellensäulen bei dem chondralen Ossificationstypus nach gewissen, für jedes Knochenende charakteristischen Curven geordnet sind, und dass man somit mit demselben Recht von der Architectur des Knorpels sprechen kann, wie man nach H. v. Meyer's schöner Entdeckung von einer Architectur der Spongiosabälkchen des Knochens spricht. Ferner hat W. Schwalbe in seiner bekannten, die mechanische Auffassung des Knochenwachsthums von einem ganz neuen Gesichtspunkte beleuchtenden Abhandlung (His und Braune's Zeitschrift 1876) ebenfalls die regelmässige Architectur der Knorpelzellsäulen bei der Verknöcherung erkannt und gezeigt, dass der Verlauf derselben den späteren Spongiosabälkchen entspricht, so dass man mit einem gewissen Rechte die Architectur des spätern Knochens im Knorpel präformirt oder mindestens in ähnlicher Weise vorgebildet sich denken kann. Die verknöchernde Wirbelsäule ist besonders geeignet, diese Knorpelarchitectur zu demonstriren und hat schon O. Rosenthal zur Bekräftigung seiner Angaben einen Querschnitt aus der verknöchernden Wirbelsäule des Kaninchens abgebildet.

Fig. 5 zeigt die Columna vertebralis desselben Thieres im Längsschnitt. Die Knorpelzellsäulen bilden Curven, welche im Allgemeinen gegen die obere und untere Chordaspitze convergiren und gegen den verknöchernden Wirbel auseinander fahren. Dabei sind die innersten Knorpelzellsäulen fast gradlinig gestellt; je mehr nach aussen, desto mehr werden sie gekrümmt. Die Convexität derselben ist immer gegen die Aussenfläche der Wirbelsäule gerichtet.

Bekanntlich existirt über die Zahl der Schichten, die man auf einem Längsschnitt eines verknöchernden Knorpels unterscheiden muss, noch keine Uebereinstimmung. Bald werden deren 3, bald 4, bald mehr angenommen.

A. Rosenthal (l. c.) hat den Versuch gemacht, überall drei Schichten als typisch nachzuweisen. Dieselben sind vom Verknöcherungsrande ausgehend 1. die kalkführende Zone; 2. die Schicht der Knorpelzellsäule; 3. die Schicht der unregelmässig gestellten Knorpelzellen.

Fig. 5 möge dazu dienen, um auch am Längsschnitt durch die Wirbelsäule die Richtigkeit der von O. Rosenthal der Betrachtung der Scapula entlehnten Anschauung zu demonstriren und sind die 3 Schichten in Fig. 5 mit den Buchstaben 1, 2 und 3 ausgezeichnet. Die Schicht 3 ist identisch mit jener oben erwähnten Knorpelscheibe, mit der das Zwischenwirbelband dem fertigen Knochen anhaftet.

Fig. 6 zeigt die Zwischenwirbelscheibe einer erwachsenen Ratte auf dem Querschnitt bei Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 1}}$ e t.

Man erkennt sofort wieder die 3 characteristischen Bestandtheile des Intervertebralligaments, nämlich 1) in der Mitte in einer Höhle gelegen, die aus der Chorda entstandene Spindelfigur (c h), die in Fig. 6 gerade in ihrer grössten Breite getroffen worden ist. 2) Die innere Faserknorpelzone (i f). Sie entspricht dem chordalen Wirbelkörper der Zwischenwirbelscheiben. 3. Die äussere Faserzone (ä f), die der skeletogenen Schicht angehört.

Was zuerst den Ueberrest der Chorda anbetrifft, so ist derselbe an dem der Schwanzwirbelsäule einer erwachsenen Ratte entnommenen Präparat (Fig. 6) noch stattlich entwickelt und zeigt folgende Anordnung. Das ganze Gewebe bildet ein Maschenwerk, das von einem dichten, relativ sehr grossen Centrum ausstrahlt und das um so durchbrochener wird, je mehr es sich der Peripherie nähert. Die Lücken des Maschenwerks sind ziemlich regelmässig in Radiärlinien gestellt, sie sind mit einer zähen glasartigen Masse erfüllt und somit unzweifelhaft mit den von allen Autoren beschriebenen Vacuolen der chordalen Intervertebral-Pulpa identisch. Zwischen ihnen bilden die Ueberreste der Chorda langgestreckte Stränge einer homogenen zähklebrigen schleimartigen Substanz, welche bei starker Vergrösserung (Fig. 7) von feinen, regelmässig

angeordneten, fast ganz gradlinig verlaufenden und sich durchkreuzenden Fibrillenzügen durchsetzt erscheint. Chordazellen liessen sich nicht mehr nachweisen. Da nun unzweifelhaft die Chorda (Fig. 1) ursprünglich aus Zellen bestanden hat, so bietet dieselbe eines der schönsten Beispiele einer directen Umwandlung von Zellen in ein zellen- und kernloses Blastem. Auch die graue molekulare Grundsubstanz des Gehirns entsteht aus einer ähnlichen Umwandlung von Zellen in ein Blastem [1]).

In beiden Fällen lässt sich eine gewisse Homologie in der Art und Weise der Bildung nicht verkennen, indem 1) in beiden Fällen die Kerne relativ lange persistiren; 2) es sich bei der Chorda sowohl wie beim Gehirn um eine Abscheidung von Flüssigkeit handelt. Nur dass letztere bei der Metamorphose der Elemente der Wirbelseite in Form grosser Tropfen zwischen die Zellen secernirt wird, während sie bei der Umwandlung der molecularen Bildungselemente des Gehirns in Form ganz kleiner Bläschen in die Zellen selbst hinein gelangt.

Fig. 8 und 9 zeigen den Unterschied, der in der fertigen Zwischenwirbelscheibe zwischen dem innern, dem chordalen Wirbelkörper entstammenden Theile (Fig. 8) und dem äussern, der skeletogenen Schicht angehörigen (Fig. 9) besteht. Ersterer ist aus weichen, der Oberfläche der Pulpahöhle parallel gefaserten Fibrillenbündeln zusammengesetzt, zwischen denen ziemlich platte zellige Elemente in unregelmässiger Anordnung liegen. Das ganze Gewebe macht in natura den Eindruck eines Mitteldings zwischen gewöhnlichem Bindegewebe und Faserknorpel, da die Grundsubstanz eine, wenn auch noch nicht vollkommen entwickelte knorplige Beschaffenheit besitzt, während die Zellen noch der characteristischen Kapseln entbehren. Etwas anders verhält sich die Fig. 9. Dieselbe besteht aus Faserknorpellamellen, deren Faserung immer so angeordnet ist, dass die Fibrillenzüge je zweier benachbarten Lamellensysteme in spitzem Winkel auf einander treffen. An den Berührungspunkten des Lamellensystems liegen ausgesprochene Knorpelzellen mit deutlicher Kapsel. Sie sind immer dem Fibrillenzug je eines Bündels parallel geordnet, wodurch sie, wie die Fibrillen selbst es thun, in regelmässiger Abwechselung mit ihrer Richtung alterniren.

1) Siehe hierüber: Die Histiogenese der Retina, dieses Archivs Band XV p. 596.

Nachschrift.

Vorstehende Zeilen wurden am 28. Juli v. J. an die Redaction dieses Archives abgesandt. In der Zwischenzeit ist der II. Band der 2. Auflage der Kölliker'schen Entwickelungsgeschichte erschienen, in welchem auf Seite 418 bis 425 Angaben über die Chorda und die Wirbelbildung bei Säugethieren gemacht werden, die vollständig mit den meinigen übereinstimmen, was sich um so leichter erklärt, als Kölliker auch grösstentheils das Kaninchen zum Untersuchungsobject gewählt hat. Nur hat Kölliker die späteren Metamorphosen der Chordaelemente nicht soweit verfolgt als ich dies gethan habe, und hören seine Beschreibungen schon ungefähr bei den von mir in Fig. 5 und Fig. 10 abgebildeten Stadien auf. Es ist mir hier dasselbe passirt, was bei der am gleichen Tage wie die vorliegende Chordaarbeit abgesandten Nierenarbeit, die auf Seite 507—532 dieses Bandes sich veröffentlicht findet, eingetreten ist. Schon dort musste ich in einer Nachschrift bemerken, dass ein Theil meiner Figuren vollständig mit Kölliker's Abbildungen übereinstimme und offenbar identischen Stadien und identisch geführten Schnitten entnommen sind. Dasselbe ist nun auch bei der vorliegenden Chordaarbeit der Fall, indem meine Fig. 1 genau Kölliker's Fig. 249, und meine Fig. 3, 5 und 10 annähernd Kölliker's Figuren 250, 251, 253 und 255 entsprechen.

Auch in den Deutungen stimmen Kölliker und ich vollständig überein. Nur in Bezug auf das Verhalten der Chordareste bei dem Erwachsenen kann ich dem Würzburger Forscher nicht beipflichten. Kölliker giebt hierüber an, dass bei älteren Embryonen, neugeborenen Thieren und erwachsenen Individuen die Höhle der Zwischenwirbelscheibe ausser den Derivaten der Chordaelemente, in deren Beschreibung Kölliker sich noch wesentlich an die alten Angaben über die Physaliphoren hält, noch halb erweichte Knorpelreste, die aus den innersten Intervertebrallagen stammen, führe. Dem gegenüber muss ich darauf hinweisen, dass die sogenannten Physaliphoren offenbar nichts weiter als das arg verstümmelte Zerrbild einer eigenthümlichen Masse sind, deren wirkliches Aussehen meines Wissens ausser in meiner Figur 7 Tafel 29 noch nirgends angegeben ist. Ferner scheinen mir die von

Kölliker bemerkten erweichten Knorpelderivate der Pulpahöhle meinen innersten Intervertebralschichten Fig. 6 (i f) und Fig. 8 zu entsprechen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXIX. Fig. 1—10.

Fig. 1. Sagitallschnitt durch die Mitte der Wirbelsäule eines ca. 1 cm langen Kaninchenembryo Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 1}}$ e. T.

f p Hinter-Stränge des Rückenmarks.
s g graue Substanz des Rückenmarks.
f a Vorder-Strang des Rückenmarks.
z Ursprung der Aortenäste (die Einbuchtung der Wirbelkörper ist die letzte Andeutung der ursprünglichen Urwirbelsegmentation).
z ² Hintere Einbuchtung der Wirbelkörper.
c h Chorda.
c v Wirbelsäule.
z ¹ Einbuchtung der Aorta durch die Zwischenwirbelscheibe.
x Wirbelkörper.
y Zwischenwirbelscheibe.
a Aorta.
m sp Medulla spinalis.
e Oberhautsystem.

Fig. 2. Ein Stück der Figur 1 bei starker Vergrösserung Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

c h Chorda.
m v Mittlere Verdickung derselben im Wirbelkörper.
l b Bindegewebe um die Wirbelsäule.
i l Zwischenwirbelscheibe.
w k Wirbelkörper.
e b skeletogene Schicht des Wirbels.

Fig. 3. Sagittalschnitt durch die Wirbelsäule eines 12 mm langen Kaninchenembryo bei Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 3}}$ e. T.

i l Zwischenwirbelband.
m v mittlere Verdickung der Chorda im Wirbelkörper.
c d Mittlere Verdickung der Chorda in der Zwischenwirbelscheibe.
l b Bindegewebe um die Wirbelsäule.

Fig. 4. Sagittalschnitt durch die Wirbelsäule eines 2 cm langen Kaninchenembryo. Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 3}}$ e. T.

c b Centralbalken.

δ skeletogene Schicht der Zwischenwirbelscheiben.

i l dem chordalen Wirbelkörper entsprechende Schicht der Zwischenwirbelscheibe.

Fig. 5. Sagittalschnitt durch die Wirbelsäule eines neugeborenen Kaninchens Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 3}}$ e. T.

c h Chorda.

i l chordaler Wirbelkörperantheil der Zwischenwirbelscheibe.

1. 2. 3 die drei Verknöcherungsschichten des Wirbelkörpers.

y periostale Knochenlamelle.

o oberer Theil der Zwischenwirbelscheibe.

u unterer Theil der Zwischenwirbelscheibe.

m d mittlerer Theil der Zwischenwirbelscheibe.

c b Centralbalken.

δ skeletogene Schicht des Intervertebralligaments.

c s Chordascheide.

α Spitzen mit denen die chordale Spindelfigur in den Canal des Centralbalkens hineinreicht.

Fig. 6. Querschnitt durch die Zwischenwirbelscheibe aus dem Schwanze einer erwachsenen Ratte Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 3}}$ e. T.

c h chordale Pulpa.

i f innere Faserknorpelmasse.

ae f äussere Faserknorpelmasse.

Fig. 7. Chordale Pulpa aus dem Querschnitt Fig. 6 bei Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

Fig. 8. Innere Faserknorpelmasse i f der Fig. 6 bei Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 7}}$ e. T.

Fig. 9. Die äussere Faserknorpelmasse ae f der Fig. 6 bei Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 7}}$ e. T.

Fig. 10. Ein Stück der spindelförmigen Chorda aus Fig. 5 bei Schieck $\frac{\text{oc. 0}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

Kleinere histologische Mittheilungen.

Von

Dr. Ludwig Löwe in Berlin.

(Hierzu Taf. XXIX. Fig. 11—19.)

A. Ueber das Vorkommen von Ganglienzellen in der Arachnoidea mit Fig. 11 und Fig. 12.

Luschka (Die Nerven des menschlichen Wirbelkanals. Tübingen 1850) und Rüdinger in seiner ausgezeichneten „Untersuchung über die Verbreitung des Sympathicus (München 1863)" haben das Vorkommen sympathischer Fasern, sowie das Auftreten von Antheilen des vagus und eines jeden der 3 Trigeminus-Aeste in der Dura sicher gestellt. Auch Pappenheim hat Aeste des vagus und glossopharyngeus bis an die sinus basilares verfolgt. Krause (Handbuch der menschlichen Anatomie I B. Göttingen 1876) beschreibt ebenfalls Nerven in der Dura, die er als periostale Nerven betrachtet, sie sollen doppelt conturirt und sensibler Natur sein und — mit Wahrscheinlichkeit — in Vater'schen Körperchen enden; wenigstens liegen derartige Gebilde unter der Dura, dicht an dem nervus petrosus superficialis minor und stehen mit den Nervenfasern in Verbindung, die aus dem Ganglion geniculi kommen.

Ganz neuerdings hat im Strassburger Laboratorium Alexander, ein Schüler Waldeyer's, (dieses Archiv B. XI) eigene Nervenplexus in der Dura mater des Rückenmarks constatirt.

Die Nerven der Arachnoidea sind von Rainey und Bourgery beschrieben und dem Sympathicus zugesellt worden. Luschka (l. c.) und Bochdalek (Prag Vierteljahrschrift 1849 II B) beschreiben in der Spinnwebenhaut Antheile des 3., 5., 6., 9. und 11. Nervenpaares, sowie Fasern von der cauda equina und vom Oliven- und Pyramidenstamm. Letztere hat Benedict (Virchow's Archiv 1874) wieder gefunden und dreizehntes Hirnnervenpaar genannt. Sie sollen sich seitlich aus der Rautengrube heraus ent-

wickeln und dann in das den 4. Ventrikel von oben deckende Hirnbindegewebe übertreten.

In der Pia haben Purkyňe und Bochdalek Nervenfasern nachgewiesen. Ebenso giebt Krause (l. c) für diese Haut einen stark entwickelten Gefässnervenplexus an. Die Nerven begleiten besonders die Arterien und dringen mit diesen in die Substanz der Centralorgane ein und sind innerhalb der letzteren zu verfolgen.

Ich selbst habe im Jahrgang 1877 der deutschen Zeitschrift für praktische Medicin (Nr. 35) an dem Riechkolben von Kaninchen grosse Ganglienzellen beschrieben, die in den innersten Lamellen der Arachnoidea gelegen sind. Die Ganglien liegen auf jedem Frontalschnitt in einer Zahl von 6—10 vertikal übereinander. Manchmal liegen mehrere Nervenzellen horizontal neben einander.

Alle Ganglienzellen der Arachnoidalbekleidung je eines Riechkolbens bilden ein an der medialen Fläche desselben gelegenes kleines Ganglion. Um die Auffindung dieses Ganglions zu erleichtern, habe ich in Fig. 12 eine die Lage desselben illustrirende Zeichnung beigefügt.

In dieser Figur ist f c die falx cerebri, b die Basis cranii, d die Dura, a die Arachnoidea, b o sind die Durchschnitte durch die Riechnervenbündel des bulbus olfactorius. Man sieht jede Ganglienzelle (g) mit einer eigenen, dem Bindegewebe der Pia entstammenden Scheide umgeben, der letztern anliegen. Die Ganglienzellen haben eine Kugelform und lassen keine Ausläufer erkennen. Es scheint, dass sie hauptsächlich die Funktion von Gefühlsorganen haben. Vielleicht sind sie an dem Zustandekommen der Empfindung des Stirn-Kopfschmerzes betheiligt.

Ausserdem habe ich ganz neuerdings an der Arachnoidea des Kaninchens noch andere Stellen entdeckt, in denen Ganglienzellen vorkommen. Dieselben liegen wie es scheint regellos an der Convexität des Gehirns. Man bringt sie sich am Besten zur Anschauung wenn man an einem eben getödteten Thiere rasch das knöcherne Schädeldach und die Dura entfernt und dann das noch lebenswarme mit dem indumentum externum bekleidete Gehirn mit dem gesammten übrigen Kopf in ein grosses Gefäss bringt, an dessen Boden sich einige Crystalle von Ueberosmiumsäure befinden.

Durch die Dämpfe der letzteren wird die Arachnoidea fast momentan erhärtet und gefärbt und man kann sie jetzt vorsichtig

in Kochsalz oder Chromsäurelösung, in welche man den ganzen Kopf getaucht hat, von der Oberfläche des Gehirns ablösen. Man erhält dann ein Bild wie Fig. 11. Zur Seite des schönen dicken doppelt conturirten Nervenstammes finden sich hin und wieder in der Arachnoidea prächtige, in Kapseln eingeschlossene Ganglienzellen. Sie sind immerhin doch recht spärlich, so dass man suchen muss, um sie zu finden. Ueber ihre Bedeutung als Tastzellen kann wohl kein Zweifel obwalten. Es ist nicht gelungen mit Deutlichkeit den Hinzutritt eines Nerven zu den in Fig. 11 abgebildeten Ganglienzellen zu constatiren. Die Arachnoidea des Kaninchens ist verhältnissmässig reich an Nervenstämmen. Ausser den in Fig. 11 abgebildeten sensiblen Fasern kommen unzweifelhaft auch noch Gefässnerven vor, fast jedes grössere Gefäss besitzt deren in seiner Begleitung.

B. Ueber eine eigenthümliche Art von Gelenknervenkörperchen beim Frosch mit Fig. 13.

Wenn man einen erwachsenen Frosch, nach Tödtung durch Chloroformdampf, in einer gesättigten Lösung von doppelt chromsaurem Kali, in toto härtet, dann denselben nach sorgfältigem Ausspülen in Wasser wiederum im Ganzen in ammoniakalischer Carminlösung färbt, nach abermaliger Auswaschung in Alkohol absolutus aufbewahrt und ihn endlich in einem Schälchen mit Spiritus untersucht, so befinden sich alle Theile desselben in der für mikroskopische Untersuchung möglichst besten Verfassung. Namentlich erhält man mit Leichtigkeit sehr schöne Bindegewebspräparate von einem solchen Thier, wenn man nach Entfernung der Oberhaut irgend eine beliebige Fascie abzieht und sie entweder in Glycerin oder nach Behandlung mit Nelkenöl in Canadabalsam aufbewahrt. Nimmt man das Bindegewebe, das die Beugesehnen der Handwurzel bedeckt, ab, so findet man darin sowie an den Fingergelenken hin und wieder, immerhin aber selten, einige Körperchen wie Fig. 13. Dieselben sitzen mitten im übrigen Bindegewebe. Sie haben eine spindelförmige Gestalt. Die beiden Stiele der Spindel sind von homogener glasheller Beschaffenheit und gehen unmittelbar in das umgebende Gewebe über. Unmittelbar da, wo sich die Stiele in das Körperchen inseriren, nimmt letzteres eine faserige Struktur an. Die Fasern sind in schönen regelmässigen Curven geordnet. In der Mitte der Spindel, da wo dieselbe am

dicksten ist, befindet sich eine Verdickung und Verdunkelung der Substanz des Körperchens. Letztere rührt von einer Kernzone her, indem in der Mitte der Längsaxe der Spindel 6—8 Kerne hinter einander gestellt sind, welche die ganze Dicke des Körperchens durchsetzen.

Die Bedeutung der in Fig. 13 abgebildeten Körperchen ist mir nicht klar geworden. Wahrscheinlich sind dieselben nervöse Endorgane. Markhaltige Nervenstämme, an denen das Bindegewebe der Sehnenscheide des Frosches reich ist, liegen in unmittelbarer Nähe des Körperchens, und einzelne Fasern lassen sich bis dicht an dasselbe heran verfolgen. Sollte man es hier vielleicht mit einer Abart von der Tastempfindung dienenden Gelenknervenkörperchen zu thun haben?

Seitdem obige kleine Notiz zum Drucke gegeben ist (dies geschah am 28. Juli v. J.) sind zwei Arbeiten von einem und demselben Verfasser, nämlich von:

1) C. Golgi, Della Terminazione dei nervi nei Tendini e di un nuovo apparato nervoso terminale muscolo tendineo. Atti della Societa Italiana di scienze naturali, vol XXI. Milano 1879.

2) Intorno alla distribuzione e terminazione dei nervi nei tendini dell' uomo e di altri vertebrati. Estratto dai Rendiconti del R. Instituto Lombardo, Serie II, vol. XI, fasc IX. Milano 1878.

erschienen, die wahrscheinlich den gleichen Gegenstand behandeln und deshalb hier besprochen werden müssen.

Golgi unterscheidet zwei Arten von Nervenendigungen in den Sehnen. Die einen nennt er „nervöse Muskel-Sehnenendorgane" die andern vergleicht er mit den Endkölbchen in der Conjunctiva. Die nervösen Muskel-Sehnenendorgane sind Gebilde, welche man einzig und allein in der Sehne findet. Sie liegen hier am Uebergangspunkt der Muskelfasern in die Sehne. Die Kölbchen dagegen finden sich immer in den oberflächlichen Schichten und auf den sehnigen Endausbreitungen. Die nervösen Muskel-Sehnenendorgane haben eine Spindelform und liegen mit ihrem einen spitzen Ende den Muskelfasern der Art an, dass ihr fibrilläres Stroma eine directe Fortsetzung des Sarcolemma zu sein scheint. Das entgegengesetzte Ende der Spindel ist häufig einfach, in der

Mehrzahl der Fälle aber in zwei Spitzen getheilt, die dem Verlauf der Sehnenbündel folgen und sich allmählich mit diesen vermischen. Meistens ist nur eine einzige Nervenfaser für jedes Muskel-Sehnenendorgan bestimmt, doch kommt es auch nicht selten vor, dass bis vier Nervenfasern an je ein Endorgan herantreten. Die Eintrittsstelle liegt entweder an der gegen die Sehne zu gewandten Endspitze des Körperchens oder auf der Seite desselben an einem Punkte seines grössten Umfanges. Die eingetretenen Fasern theilen sich dichotomisch. Jede Faser 2. oder 3. Ordnung strebt gegen die Peripherie. Nachdem die Nervenfasern ihre Markscheide verloren haben, beschreiben sie sodann sehr zahlreiche Theilungen und endigen als netzförmiges Maschenwerk, dessen Maschen parallel der Oberfläche des Körperchens angeordnet sind und das im Uebrigen die grösste Aehnlichkeit mit den von Golgi an den Sehnen von Lucertola beschriebenen Endmaschen hat. Die nervösen Muskel-Sehnenendorgane finden sich wahrscheinlich in der Majorität aller Sehnen.

An der zweiten Art von Sehnenkörperchen, „den Kölbchen", unterscheidet Golgi drei Theile: 1) die Hülle; 2) den Inhalt und 3) die eintretende Nervenfaser.

Die Hülle besteht aus einer Anzahl von concentrischen Lagen, zwischen denen ovale Kerne liegen.

Der Inhalt erscheint als eine hyaline, fein granulirte Masse. Mit ihm setzt sich in der Mehrzahl der Fälle eine einzige Nervenfaser in Beziehung, öfters aber auch 2 bis 3. Meistens verschmilzt die Nervenfaser in unbestimmter Weise mit dem hyalinen Inhalt. Manchmal bildet sie darin eine Schlinge. Derartige Sehnenendkölbchen liegen öfters in Gruppen.

Die nervösen Muskelsehnen-Endorgane betrachtet Golgi als Apparate für die Muskelsensibilität, bestimmt die Spannung der Fleischfaser zu messen. Die Endkölbchen in den Sehnen betrachtet Golgi dagegen als reine Tastkörperchen.

Golgi's Beschreibung der nervösen Muskel-Sehnenendorgane stimmt in vielen Beziehungen mit meiner Fig. 13 Tafel XXIX überein, soweit man sich aus dem Texte ohne figürliche Darstellung ein klares Bild von dem machen kann, was Golgi gesehen hat. Nur fehlen bei meinen Gebilden die hinzutretenden Nervenfasern, während Golgi die Kerne nicht erwähnt.

C. Ueber die Umwandlungen der Osteoklasten im Knochenmark (mit Fig. 14 bis 19) nebst Bemerkungen über Knochenwachsthum.

Die Kölliker'schen Osteoklasten erleiden im Knochenmark der Säugethiere eigenthümliche Metamorphosen zu deren Darstellung Fig. 14 bis 19 dienen sollen. Fig. 14 zeigt einen Osteoklasten, wie er normaler Weise dicht am Knochenende vorkommt. Er präsentirt sich als ein unregelmässig zackiges, oft auch rundliches Gebilde mit mehreren Kernen und dazwischen gelegener Grundmasse. Letztere unterscheidet sich nicht sehr von der übrigen Knochengrundsubstanz und die Kerne ähneln den Knochenkörperchen. Fig. 15 zeigt eine weitere Metamorphose. Die Grundsubstanz hat ihre Kalksalze verloren; sie ist in eine eigenthümliche, im frischen Zustand homogene, nach Härtung in Müller'sche Flüssigkeit granulirte, sich in Carmin noch tief dunkel, aber immerhin schon weniger als die erste Art färbende Masse umgewandelt. Zugleich hat das ganze Körperchen eine sphärische Gestalt angenommen. Auf der einen Hälfte (manchmal auch auf der ganzen) Peripherie trägt diese Kugel kleine zahnartige Verlängerungen, welche locker mit der Kugel verbunden sind, so dass sie leicht abfallen. Die sphärisch umgewandelten Formen der Osteoklasten (Fig. 15) liegen meist nicht mehr dem Knochen an, sondern befinden sich frei in der Substanz der Markräume. An dem einen Rande zeigen sie ein oder zwei Kerne. Diese machen ganz den Eindruck als ob sie auf Kosten der Grundsubstanz wachsen, indem letztere um so spärlicher wird je zahlreicher erstere werden. Die Kerne haben den Charakter der weissen Blutkörperchen. Ob sie durch Einwanderung ins Innere der Zellen (Fig. 15) gelangt, oder ob sie aus einer Umwandlung der Knochenkörperchen (Fig. 14) resp. der Kerne derselben entstanden sind, muss dahin gestellt bleiben. Die Grundsubstanz der Zellen (Fig. 15) ist im frischen Zustand hellgelb und von sehr weicher fast flüssiger Consistenz. Durch mechanische Erschütterung, z. B. durch Klopfen des Objectträgers mit dem Finger, kann man die Kerne zu einer Veränderung ihrer Lage innerhalb der Zelle bewegen. Man sieht dann, wie die Kerne durch den Zellleib hindurch von einer Peripherie der Zelle

zur andern schiessen, wie wenn die Zelle (Fig. 15) eine mit Flüssigkeit gefüllte Blase wäre. Fig. 17 zeigt ein weiter vorgeschrittenes Stadium der Osteoklasten-Metamorphose. Die Grundsubstanz hat sich auf eine sehr schmale Randzone reducirt, welche ringförmig den centralen, jetzt aus sehr vielen Einzelindividuen bestehenden Kernhaufen umgiebt. Die Kerne sind entweder eingewandert oder aus der Wucherung der Kerne der Fig. 15 hervorgegangen. Sie zeichnen sich aber von den Kernen in dieser Figur durch etwas grössere Dunkelheit aus. Zwischen dem centralen Kernhaufen und dem peripherischen Zellprotoplasma liegt in Fig. 17 ein schmaler lichter Saum. Wahrscheinlich beruht derselbe auf rein optischen Gründen und bezeichnet kein eigentliches morphologisches Gebilde. Die Peripherie der Riesenzelle (Fig. 17) ist noch häufig mit kleinen Zacken besetzt. Letztere sind aber schon weit schwächer und weit spärlicher als in Fig. 15. Nachdem die Riesenzellen dieses Stadium (Fig. 17) erreicht haben, zerfallen sie in so viel einzelne Componenten als Kerne da sind. Die Kapsel berstet oder atrophirt und entlässt einen Haufen kleiner Zellen (Fig. 18 und Fig. 19), die etwas grösser als weisse Blutkörperchen sind, einen eigenen Kern und einen excentrisch gelagerten Protoplasmaleib besitzen. Die Peripherie des letzteren ist oft wie in Fig. 18 excessiv mit feinen Granulis besetzt. Die Provenienz der Körperchen (Fig. 18 und Fig. 19) aus den Osteoklasten (Fig. 17) wird dadurch sicher gestellt, dass erstere Körperchen dieselbe eigenthümliche Färbung der Zellsubstanz besitzen, die auch den Osteoklasten zukommt. Mindestens finden sich im ganzen Knochenmark keine Elemente, auf welche sonst die Zellen (Fig. 18 und Fig. 19) zurückzuführen wären. Von den Lymphkörperchen des Knochenmarks und von den Inoblasten der schleimgewebigen Grundsubstanz der Medulla ossium (Fig. 16) unterscheiden sie sich ganz charakteristisch. Die kleinen Zellen (Fig. 18 und Fig. 19), in welche schliesslich die Osteoklasten (Fig. 14, Fig. 15, Fig. 17) zerfallen, besitzen manchmal ausser dem eigentlichen Kern noch ein zweites centrales, in dem dunklen Protoplasmaring gelegenes kreisrundes, einem Kern nicht unähnliches Gebilde (Fig. 19 k). Man kann dasselbe zum Unterschiede vom grossen eigentlichen Hauptkern der Zelle (Fig. 19 K), den Nebenkern (k) nennen.

Ueberblickt man die Gesammtheit der so eben geschilderten Metamorphosen, so ergiebt sich folgender Vorgang bei dem Zerfall

der Osteoklasten. Zuerst wird das mit der Knochengrundsubstanz identische Material ihres Zellleibes offenbar durch Entkalkung in eine im frischen Zustande flüssige, nach Erhärtung krümliche, äusserlich nicht mehr dem Knochen ähnliche Masse verwandelt und nimmt eine sphärische Gestalt an. Zugleich gehen die ursprünglichen Knochenzellen in ihrer bisherigen charakteristischen Gestalt unter, es entstehen entweder aus ihren Kernen oder durch Einwanderung weisser Blutkörperchen die neuen Kerne der Riesenzellen.

Dann umgiebt sich die Grundsubstanz mit kleinen, dicken Flimmerhaaren nicht unähnlichen, Zacken. Nachdem die Grundsubstanz durch weitere Ausbildung der Kerne bis auf eine schmale Ringzone reducirt ist, wobei zugleich die flimmerähnlichen peripherischen Fortsätze zum Theil verkürzt, zum Theil eingezogen werden, verschwindet die Kapsel und die Kerne mit ein wenig Protoplasma umgeben, werden von nun an frei und zerstreuen sich im übrigen Knochenmark.

Der soeben geschilderte Vorgang hat in gewisser Beziehung Aehnlichkeit mit den bekannten Encystirungsvorgängen bei der Vermehrung der Infusorien. Namentlich was die letzten Stadien anbetrifft, verhält sich Fig. 17 zu Fig. 18 und Fig. 19 äusserlich fast genau ebenso, wie eine Mutterkapsel eines Protozoon sich zu den daraus hervorgehenden Schwärmen von Tochter-Individuen verhält. Nur muss man davon absehen, dass bei den Infusorien die Mutterkapselsubstanz fest und hornartig, bei den Osteoklasten (Fig. 17) dagegen halbflüssig ist.

In gewisser Beziehung haben die oben über die Metamorphosen der Osteoklasten vorgetragenen Anschauungen schon Vorläufer gehabt. So haben z. B. Bredichin, Virchow (Cellular-Pathologie) und theilweise auch Visconti (Sulla origine delle cellule giganteche del Sarcoma giganto-cellulare, del tubercolo e delle ossa. Communicazione preventiva. Rendiconti del R. Istituto Lombardo. Ser. II. Vol. III. Fasc. XIX) den Zusammenhang zwischen der Riesenzellen-Bildung (Fig. 15) und den Knochensplittern (Fig. 14) erkannt. Ebenso beschreibt Heitzmann (die Entwickelung der Beinhaut des Knochens und Knorpels. Wiener Sitzungsberichte 1873) unter dem Namen des „Globularen Gefüges des Knochengewebes," sogenannte Knochenkugeln, die in der Compacta erwachsener Knochen vorkommen und einen oder mehrere Knochenkörperchen enthalten. Heitzmann leitet diese Knochenkugeln von den Mye-

loplaxen ab, indem deren periphere Theile verkalken sollen, während die centralen als Knochenkörperchen übrig bleiben. Vielleicht haben einige derjenigen Autoren, die die Myeloplaxen mit den Gefässen in Beziehung bringen, Bildungen vor sich gehabt wie Fig. 17. Man kann letztere Figur leicht für einen Durchschnitt durch ein Gefäss halten, umsomehr, als die Zellwand, wie auch Fig. 17 zeigt, ein fein concentrisch gestreiftes allerdings niemals sehr deutlich ausgeprägtes faseriges Aussehen hat.

Noch in anderer Beziehung ist das Verhalten der Riesenzellen von Interesse. Das ursprüngliche Bild der Myeloplaxen (Fig. 14) gleicht dem anstossenden Knochengewebe so durchaus, dass man nicht umhin kann, dasselbe für ein abgebrochenes Knochenstückchen zu erklären. Wenn dem so ist, so fragt es sich, woher die mechanische Ursache stamme, durch die ein Knochenpartikelchen zum Abbröckeln gebracht werde. Unzweifelhaft liegt diese Ursache in dem Wachsthumsdruck des die Knochenräume erfüllenden Markgewebes. Wenn durch die Kraft desselben irgend ein mikroskopisches Knochenstückchen losgesprengt wird, so kann sich bei weiterem Wachsthum das Markgewebe zwischen das losgesprengte Knochenstückchen und den Knochen selbst einschieben. Indem sich dieser Process öfters wiederholt, kann daraus schliesslich offenbar resultiren, dass irgend ein Knochenbälkchen in seiner Continuität durchtrennt wird. In der That sieht man nicht selten zwei benachbarte Knochenstückchen, deren einander zugewendete Ränder vollständig entsprechend gebildet sind, so dass man nicht daran zweifeln kann, dass dieselben ursprünglich continuirlich zusammen gesessen haben, aber später durch eine zwischen sie eingeschobene schmale Schleimgewebsstrasse getrennt worden sind. Letztere braucht nun nicht überall die gleichen Dimensionen beizubehalten. Im Gegentheil, da die zwischengeschobene Schleimgewebsmasse auch in sich wächst und dieses Wachsthum kein gleichmässiges zu sein pflegt, so geschieht es gewöhnlich, dass dies zwischengeschobene Schleimgewebspolster keilförmig wird, indem es sich an einem Ende verbreitert, während das andere schmal bleibt. An dem verbreiterten Ende werden die beiden Knochenenden auseinander geschoben und so kommen die ursprünglich in einer Linie liegenden Axen der 2 aus der Trennung des einfachen Knochens hervorgegangenen Knochenstückchen in einen spitzen Winkel gegeneinander zu stehen. Hierauf beruhen haupt-

sächlich die Wachsthumsverschiebungen der Spongiosabälkchen im wachsenden Knochen.

Bekanntlich hat man über dieses neuerdings viel diskutirte Capitel ursprünglich die Anschauung gehabt, dass die Knochen einfach durch Resorption und Apposition wachsen. Julius Wolff wies durch ein mathematisches Raisonnement nach, dass diese einfache Art der Apposition und Resorption nicht möglich sei, indem durch sie nicht zu erklären sei, wieso z. B. der erwachsene Femur dieselbe Architectur seiner Spongiosa zeigt, wie der Oberschenkel eines Knaben. Wolff zeigte ferner, dass man dieses Factum nur dadurch erklären könne, dass man einen in jedem Moment des Wachsthums an jedem Spongiosabälkchen vor sich gehenden Umwandlungs-Process annehme. So scharf und folgerichtig Wolff in der Begründung dieser „Theorie der beständigen Architectur-Umwälzungen" war, so wenig glücklich war andererseits der Schluss Wolff's, dass überhaupt keine einfache Apposition und Resorption vor sich gehe, und dass das ganze Wachsthum des Knochens auf interstitieller Expansion beruhe. Haben doch die bekannten Stift- und Ring-Versuche von Flourens und Ollier sowie die überaus wichtige Thatsache, die Kehrer in seiner schönen Arbeit über Beckenanomalien nachwies, dass man experimentell jede beliebige Deformität an den Knochen des Skelets erzeugen könne, zur Genüge bewiesen, dass ohne Apposition und Resorption das Knochenwachsthum nicht erklärbar sei. Neuerdings ist denn auch J. Wolff von seiner absoluten Verneinung zurückgekommen. Wolff giebt jetzt die Existenz von Apposition und Resorption in geringen Grenzen zu, hält aber daneben, gestützt auf die in klarster Weise bewiesene Nothwendigkeit der Architectur-Umwälzungen, das interstitielle Knochenwachsthum aufrecht. Wie die Sache heute steht, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass einerseits die von Wolff zuerst begründete Lehre der beständigen Architectur-Umwälzungen im Innern des Knochens berechtigt ist, dass andererseits eine Resorption und Apposition des Gewebes an der inneren und äusseren Oberfläche des Knochengewebes beständig vor sich gehe. Dagegen ist ein interstitielles Wachsthum in dem Sinne, dass dabei die Knochenzellen ihre Entfernungen von einander ändern, bis heute nicht bewiesen. Durch die oben dargelegte Art und Weise der Osteoklastenbildung, welche zeigt, dass an geeigneten Punkten durch das Bindegewebe die Continuität der Spongiosabälkchen

unterbrochen wird, wird nun, scheint mir, erklärlich, wie ohne eigentliches interstitielles Knochen-Wachsthum doch eine fortwährende Architecturverschiebung im Sinne Wolff's zu Stande kommen kann.

Ein Beispiel wird vielleicht diese Ansicht am leichtesten klar legen. Die Spongiosabälkchen, dicht am untern Rande der Knorpelscheibe zwischen Dia- und Epiphyse des Femur behalten durch das ganze Leben hindurch die gleiche Structur; mit anderen Worten die von ihnen gebildeten Curven-Systeme sind einander in allen Lebensaltern und bei allen normalen Individuen ähnlich. Wenn nun in der Knorpelgrenze zwischen Dia- und Epiphyse beständig appositionelles Wachsthum vor sich geht, so müssen diejenigen Bälkchen, die bei einem zehnjährigen Knaben dicht an der Knorpelgrenze gelegen waren, bei demselben Individuum, wenn es das zwanzigste Lebensjahr erreicht hat, ungefähr im mittleren Drittel der Diaphysenlänge liegen. Nach der älteren Flourens'schen Theorie müssten sie hiernach dieselbe Architectur zeigen, welche sie beim zehnjährigen Kinde hatten. Dies ist aber nicht der Fall. Die Architectur am mittleren Drittel der Epiphysenlänge ist eine ganz andere als die der dicht an der Knorpelscheibe gelegenen Spongiosabälkchen. Sie ist aber beim zehnjährigen Menschen schon in gleicher Weise vorhanden wie beim zwanzigjährigen. Folglich kann die alte einfache Appositions- und Resorptionstheorie für diese Stelle nicht zutreffen. Wolff will die Constanz der Architectur der Spongiosabälkchen dadurch erklären, dass die im mittlern Drittel des Femur eines Erwachsenen liegenden Spongiosabälkchen schon von Anfang an an dieser Stelle gelegen haben und niemals von oben nach unten vorgerückt sind; sie hätten sich nur interstitiell beim Wachsen des ganzen Individuum expandirt. Diese Ansicht scheint mir nicht berechtigt. Ebenso wie Kölliker in seinem grossen Osteoklasten-Werke bin auch ich der Ansicht, dass man die Veränderungen in der Architectur der Spongiosabälkchen durch fortwährende an der Oberfläche derselben vor sich gehende Resorptions- und Appositions-Vorgänge erklären könne. Nur liegt bis jetzt immer noch eine gewisse Schwierigkeit für diese Erklärung in folgendem Umstand.

Bekanntlich liegen die Knochenzellen in den Zügen der Spongiosabälkchen im Grossen und Ganzen immer der Axe der Bälkchen parallel. Sie müssen also oben an der Knorpelscheibe anders liegen als unten im mittleren Drittel des Femur. Bis jetzt war

nun nicht einzusehen, wie blos durch äussere Apposition und Resorption auch eine Verschiebung in der Zugrichtung der Knochenzellen vor sich gehen können, wenn die an der Knorpelscheibe entstandenen Spongiosabälkchen gegen das mittlere Drittel des Femor herabsteigen. Die Sache scheint folgendermaassen erklärt werden zu können. Diejenigen Knochenbälkchen, die beim zwanzigjährigen Menschen im mittleren Drittel der Diaphyse liegen, sind in der That identisch mit denen, die beim zehnjährigen an der Knorpelscheibe gelegen waren, sie sind herunter gerückt, indem an ihrem oberen Rande durch appositionelles Wachsthum von der Knorpelscheibe her sich immer neue Knochenbälkchen angebildet haben. Die heruntergerückten Spongiosabälkchen haben auf ihrem Wege nach unten 'beständig ihre Architectur gewechselt, indem das in ihren Markräumen eingeschlossene Bindegewebe durch seinen activen Wachsthumsdruck sie beständig nach dem statischen Bedürfniss desjenigen Punktes der Diaphyse modellirte, an dem sie sich in einem gegebenen Moment des Lebens grade befanden. Die Zeugen dieses Modellirungsprocesses sind theils die Osteoklasten, theils die Osteoblasten. Bald wurde hier ein Stück abgenommen und so entstanden die Riesenzellen (Fig. 14), bald dort eins angesetzt. Oder es wurde auch an den Stellen, wo dies durch statische Bedürfnisse nöthig war, die Continuität in dem Knochenbälkchen unterbrochen und die Axe der Bruchstücke gegen einander geändert, indem sich ein weiches Gewebe keilförmig zwischen beide einschob. Wenn dann dieses Gewebe sich später mit Kalksalzen inprägnirt, so muss durch diesen Vorgang die Zugrichtung der Zellen verändert sein, und diese müssen jetzt ebenso liegen wie die Axen ihrer Spongiosabälkchen.

Vorstehende Zeilen sind am 28. Juli v. J. an die Redaction dieses Archives abgegangen. Drei Monate später, in der Nummer des Centralblattes für die medicinischen Wissenschaften, die am 2. November 1878 ausgegeben wurde, erschien eine vom 14. October 1878 datirte vorläufige Mittheilung von M. Kassowitz in Wien, die „die Bildung und Resorption des Knochengewebes und das Wesen der rachitischen Knochenerweichung“ behandelt. In derselben kommt Kassowitz zu Resultaten über die Osteoklasten-

Metamorphose, die in vielen Beziehungen vollständig mit den von mir erhaltenen übereinstimmen. So sagt Kassowitz: Der Saftstrom bewirkt zunächst die Auflösung der Kalksalze, fast gleichzeitig aber die Auflösung oder Erweichung der leimgebenden Fibrillen. Mit der Entkalkung und dem Verschwinden der Fibrillen ist aber das Knochengewebe keineswegs zerstört. Es bleiben die Knochenzellen mit ihren Verzweigungen, und das zwischen den Fibrillen vorhandene lebende Kittgewebe identisch mit der Grundsubstanz des Bildungsgewebes. In dieser erfolgt eine Vermehrung des körnigen Protoplasmas und eine Vermehrung der Kerne, daher die grossen vielkernigen Protoplasmamassen an der Stelle des erweichten Knochengewebes. Diese Myeloplaxen zerfallen im weiteren Verlaufe in Markzellen, Granulationszellen, Spindelzellen u. s. w.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXIX. Fig. 11—19.

Fig. 11. Arachnoiden eines erwachsenen Kaninchens Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

Fig. 12. Frontal-Schnitt durch den Riechkolben eines 2 Monate alten Kaninchens Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

b o Riechkolben, quer getroffene Nervenfaserlage an der Oberfläche desselben.
g Ganglion superficiale bulbi olfactorii.
f c falx cerebri.
a indumentum externum encephali.
b noch knorplige Basis Cranii.
d Dura.

Fig. 13. Gelenkkörperchen aus der Scheide der Fingersehnen des Frosches. Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

Fig. 14, Fig. 15, Fig. 17. Verschiedene Stadien der Osteoklasten-Metamorphosen.

Fig. 16. Inoblast aus der schleimgewebigen Grundsubstanz der Markräume des Knochens.

Fig. 18 und Fig. 19. Derivate des Osteoblasten.
K Hauptkern.
k Nebenkern.

Fig. 14 bis Fig. 19 bei Schieck $\frac{\text{oc. O}}{\text{obj. 9}}$ à i. e. T.

Die Histiologie und Sprossenentwickelung der Tethyen, besonders der Tethya lyncurium Lieberkühn (autorum).

Von

Dr. **Béla Dezsö.**
em. Assistent aus Kolozsvár.

Hierzu Tafel XXX bis XXXIII.

I. Geschichtlicher und methodischer Theil.

Am Ende des verflossenen Sommersemesters bekam ich vom hohen k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht, durch die Empfehlung vom Herrn Professor Dr. Leuckart, die Erlaubniss, an der k. k. Triester zoologischen Station arbeiten zu dürfen.

In Triest hauptsächlich mit Arthropoden beschäftigt, wurde ich von Herrn Professor Dr. Géza Entz in Kolozsvár ersucht, ihm conservirte Spongien zu senden, wobei ich Herrn Dr. Ed. Graeffe, Director der zoologischen Station, für den hülfreichen Beistand beim Sammeln derselben zu grossem Dank verpflichtet bin.

Bei dieser Beschäftigung haben die Spongien mein ganzes Interesse in Anspruch genommen und demzufolge liess ich mich bestimmen nach Strassburg i. E. zu reisen, um unter Anleitung von Professor Dr. Oscar Schmidt über die Spongien zu arbeiten.

In Strassburg wurde ich von Herrn Professor Dr. Oscar Schmidt in meinem Wunsche mit der grössten Zuvorkommenheit unterstützt und stand derselbe mir in meinen Arbeiten mit Rath und That bei, wodurch ich die hier mitzutheilenden Resultate erzielt habe.

Ich erlaube mir Herrn Professor Dr. Oscar Schmidt hier meinen Dank auszusprechen.

Die zu untersuchenden Gegenstände, die Tethya lyncurium, hatte Professor Dr. Oscar Schmidt aus Neapel mitgebracht und in absolutem Alcohol conservirt.

In diesem Zustande habe ich die Tethyen der Forschung unterzogen und zwar in verschiedener Weise.

Fast ohne Erfolg war die Untersuchung, wenn ich die Tethyen einfach zerzupfte. Ich konnte die Gewebselemente nicht klar genug wahrnehmen, auch bei der stärksten Vergrösserung nicht (Gundlach I./IX. Imm.).

Die Färbung mit Beale'schem Carmin leistete schon mehr. Es stellte sich nämlich das sogenannte Syncytium als Gewebe heraus, bestehend aus verschiedenförmigen Zellen, wie ich sie später beschreiben werde.

Im Laufe dieser Versuche habe ich oftmal Gelegenheit gehabt, die bekannten Kieselgestalten zu untersuchen.

Ungefärbte Sprossen und Mutter-Tethya habe ich in Eprouvetten vertheilt, und mit kochender Salzsäure vom Gewebe frei gemacht. Diese Untersuchungen mehrmals wiederholt schlossen jeden Zweifel aus und haben das Resultat ergeben, dass die kleinen Sterne (Taf. XXX. Fig. 4) vollständig verschwanden. Also die Verkieselung der kleinen Sterne ist in diesem Falle so geringfügig, dass sie in der kochenden Salzsäure aufgelöst werden.

In histiologischer und entwickelungsgeschichtlicher Beziehung wurde ich durch die folgende Methode zu meinen Resultaten geführt. Je nach den Entwickelungsstadien habe ich abgelöste Sprossen und an der Mutter-Tethya sitzende untersucht. Nachdem ich sie mit Ueberosmiumsäure (0.25%) behandelt, habe ich die mit Wasser inbibirten Stücke mit von Ammoniak befreitem Carmin gefärbt. Die Stücke wurden nach der Aufklärung in Paraffin eingebettet und mit freier Hand Schnitte gemacht. Man konnte das Mikrotom der Kieselgestalten wegen nicht in Anwendung bringen. Es bedurfte vieler Geduld, die Längs- und Querschnitte der verschieden grossen

Sprossen zu machen. Besonders die über die mit der Mutter zusammenhängenden Sprossen vertical, und zugleich über die Mutter-Tethya quer geführten Schnitte haben die nachstehenden Resultate ergeben.

II. Vergleichende Histiologie der 1—2 mm. grossen Sprossen und der Mutter Tethya lyncurium.

(Hierzu Taf. XXXI. Fig. 8, 10. Taf. XXXII, Fig. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Taf. XXXIII, Fig. 20, 21, 22, 23, 24.)

Es ist unbedingt nöthig am Anfang dieser Abhandlung die spärlichen Daten, die sich in der Litteratur finden, mitzutheilen.

Professor Dr. Oscar Schmidt hat über die Tethya lyncurium folgendes geschrieben [1]):

„Die Normal-Exemplare dieser Art haben einen Durchmesser von $1^1/_2$—2 Zoll und sind fast kugelrund, bisweilen an dem oberen Pole wie eine Orange zugespitzt und mit einem kleinen Zipfel versehen. Die Oberfläche ist uneben, indem die Bündel der Nadeln hervorragen; doch giebt es hier viele individuelle Abstufungen. Sowohl von aussen als inwendig ist der Körper gelblich, nur ist die Rindenschicht blasser, mitunter fast farblos.

„Das Canalsystem ist wenig entwickelt, die Canäle von geringem Durchmesser. Lieberkühn gibt an, dass ein $^1/_2$ Linie messendes Ausströmungsloch vorhanden. Dies scheint mir jedoch kein constantes Merkmal zu sein; vielmehr finden sich wohl in der Regel mehrere noch kleinere Oeffnungen, durch welche bei Druck Wasser hervortritt.

„In dem Rindengewebe sind zahlreiche Sterne eingeschlossen mit ziemlich schlanken, gleichmässig von der Basis aus zugespitzten Strahlen. Die Variabilität derselben innerhalb der unzweifelhaft zur Species gehörigen Exemplare ist gering, wie die Figuren d und g zeigen. Zwischen ihnen sind kleinere Sterne, die kaum selbstständig, sondern Entwickelungszustände der grösseren

1) O. Schmidt, Die Spongien des Adriatischen Meeres. 1862. S. 44—45.

sein dürften. Die Enden der gestreckten, in der Mitte dickeren Nadeln zeigt Fig. e. Sie strahlen fast aus dem mathematischen Centrum der Kugel aus.

„Ein solches Normalexemplar hat Lieberkühn zergliedert, und er erklärte es für Johnston's Tethya lyncurium. Das kann richtig sein, nur ist die Abbildung der Sternchen in dem englischen Werke sehr ungenügend, und ich bin daher so vorsichtig, hier nur von Lieberkühn's Tethya lyncurium zu sprechen, dessen ziemlich häufiges Vorkommen ich von Triest bis Lesina constatirt habe.

„Ausserdem besitzt das Gratzer[1]) Museum durch mich und Grube andere Exemplare, welche ich vor der Hand nur als Varietäten ansehe, obschon in der Form des Körpers und der Kieseltheile und in der Anordnung der letzteren nicht unbeträchtliche Abweichungen da sind".

Ich will hierbei bemerken, dass im eben citirten Werke, Taf. IV Fig. a Faserbündel, b einzelne Fasern zeigt, sehr vergrössert von Tethya lyncurium.

Ebenfalls Professor Dr. Oscar Schmidt sagt[2]):

„6. Tethya Lmk.

Schwamm massig, kugelig. Skelet besteht aus Nadelbündeln, welche von einem basalen oder excentrischen (? S.) Punkte nach der Oberfläche strahlen. Intermarginal-Höhlungen unsymmetrisch, zusammenfliessend. Fortpflanzung durch innere oder äussere Knospenbildung (gemmatulation). In den „Adriatischen Spongien" habe ich die Zweckmässigkeit erwogen, die pomeranzenförmigen Tethyen mit Sternchen und Ankern und ohne Sternchen zu trennen, und habe mich der Uebersicht halber dafür entschieden, ohne zu verkennen, dass die Selbstständigkeit dieser Gattungen Stelletta und Ancorina sehr problematisch sei. Bowerbank macht diese Unterscheidung nicht, und die beiden gemeinten Arten sind eine Tethya und eine Ancorina; ohne

---

1) Durch mich hat auch das Kolozsvárer Museum zwei Exemplare Tethya lyncurium Lieberkühn aus Triest. Dr. Dezsö.

2) Zweites Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig, 1866. S. 13—14.

Zweifel zöge er auch Arten, wie Stelletta Boglicii und dorsigera hinzu. Wir haben also:

$$\text{Tethya Bk.} = \begin{cases} \text{Tethya Sdt.} \\ \text{Ancorina Sdt.} \\ \text{Stelletta Sdt.} \end{cases}$$

Jene beiden Arten sind die viel besprochenen Tethya lyncuruium, deren Identität mit der im Mittelmeere lebenden feststehen dürfte und Tethya cranium."

Ferner im letztcitirten Werke[1]):

„Es liegt hier (nämlich in den Intermarginalhöhlungen) das erste wohl constatirte Beispiel des Vorkommens (willkürlich) contractiler Fasern im Körper der Spongien vor; ein Umstand, auf welchen behufs der Würdigung der Stellung der Spongien das grösste Gewicht zu legen ist, und wodurch sie weit über die Radiolarien und wohl auch über die Infusorien sich erheben. Wir können nun auch, mit Rücksicht auf die neuen Erhebungen Köllikers über das Fasergewebe der Rindenschwämme, sicher annehmen, dass die Fasern der Rinde der ihren Körperumfang sehr ändernden Tethya und verwandter Gattungen gleichfalls active Bewegungsorgane, kurz, Muskelfasern sind.

„Die Beschaffenheit der Klappe schliesst an sich die Vermuthung aus, dass sie Flimmern tragen sollte, auch die Auskleidung der Röhre zeigt keine Spur davon.

„Finden sich nun bei anderen Spongien den Intermarginalhöhlungen der Geodea u. a. homologe Organe?

„Zunächst ist an die übrigen Rindenschwämme, namentlich Tethya zu denken. Die Rinde der Tethya ist von unregelmässigen Gängen durchzogen, deren Wandungen von sehr deutlichen platten Ringfasern und möglicherweise einer innersten sehr dünnen Sarcodeschicht gebildet werden. Die Tethyen, plötzlich aus dem Wasser genommen, spritzen Wasser aus, und nach dem, was eben über die Natur des Fasergewebes bemerkt, müssen natürlich auch jene Ringfasern contractil sein. Auf verticalen Schnitten sieht man immer nur kurze Strecken der Gänge, auch habe ich nichts den Diaphragmen vergleichbares aufgefunden. Jedenfalls entsprechen die in ihrem ganzen Verlaufe contractilen Rindengänge der Tethyen

1) S. 3—4.

nach ihrer Function den regelmässigen, starren, aber am Ende verschliessbaren Intermarginalräumen."

Für diese Ansicht spricht sich auch C. Merejkowsky[1]) aus: „ . . . . La présence de fibres dans la famille Suberitidinae, par exemple dans le genre Tethya, est connue depuis longtemps et O. Schmidt les tient pour fibres musculaires; moi-même, avec un netteté qui ne laisse rien de mieux à desirer j'en ai vu dans mon éponge Rinalda artica[1]), Quant à la Rinalda artica, j'ai pu me convaincre que ces fibres ne sont point musculaires, mais plutot d'une nature cornée; il est plus que probable que la soit disant couche musculaire du genre Tethya est identique avec celle de Rinalda".

Nach diesen, speciell auf die Tethya bezüglichen Daten von Professor Dr. Oscar Schmidt, will ich seine Ansicht über die Structur der Spongien mit seinen Worten vorführen[2]).

„Die den Schwammkörper bildenden Gewebselemente sind zwei Reihen. Die eine umfasst alle diejenigen, welche man als Sarcode zusammenfassen kann, womit auch die Forscher einverstanden sein dürften, welche mit Kölliker und Lieberkühn von einer ungeformten Sarcode nichts wissen wollen, sondern nur von einer äussersten Verschiebbarkeit der immer bis zu einem gewissen Grade selbstständig bleibenden zelligen Bestandtheile der Sarcode sprechen[3]).

„Die zweite Reihe der Gewebselemente besteht aus den Zellen, für die Anhänger der Lieberkühn'schen Auffassung vorzüglich aus denjenigen Zellen, welche keine amöboiden Bewegungen ausführen, und nicht in contractiles Gewebe, Membranen etc. verschmelzen."

In diesem Sinne hat sich auch Haeckel[4]) für die Kalkschwämme ausgesprochen: „Die Gewebe der Kalkschwämme zerfallen sowohl

---

1) Études sur les Éponges de la Mer Blanche par C. Merejkowsky. Mem. de l'acad. imp. des Scien de St. Petersbourg. VIII e Série. Tome XXVI, Nr. 7. 1878. pag. 31—32.

2) Die Spongien der Küste von Algier. Von Dr. Oscar Schmidt. Leipzig, 1868. S. 34.

3) Die Functionen dieser „Sarcode-Substanz" sind im ersten Supplemente der Adriatischen Spongien von Dr. O. Schmidt dargelegt. Dr. Dezsö.

4) Haeckel. Die Kalkschwämme. I. Bd. Berlin, 1872. S, 130.

vom anatomischen als vom biogenetischen Standpunkte aus in zwei gänzlich verschiedene Abtheilungen. Die erste Abtheilung umfasst die Producte des Entoderms oder des Gastralblattes, welches dem inneren, trophischen oder vegetativen Keimblatte der höheren Thiere entspricht. Bei der frei schwimmenden Flimmerlarve, welche bereits eine Magenhöhle besitzt (Gastrula), wird dasselbe durch eine Schicht von nicht flimmernden Zellen, bei den entwickelten Kalkschwämmen dagegen durch ein Flimmerepithelium repräsentirt, dessen Zellen zum grössten Theile nutritive Geisselzellen (Spermazellen und Eizellen) sind. Die zweite Abtheilung umfasst die Producte des Exoderms oder des Dermalblattes, welches dem äusseren sensoriellen Blatte oder animalen Keimblatte der höheren Thiere entspricht. Bei der frei schwimmenden Flimmerlarve wird dasselbe durch eine einzige Schicht von Geisselzellen, bei dem entwickelten Kalkschwamme dagegen durch das Syncytium, d. h. durch eine Schicht von völlig verschmolzenen Zellen repräsentirt, in welcher sich die Kalknadeln oder Spicula des Skelets bilden."

Aus der jüngsten Zeit habe ich die Angaben von C. Keller[1]) zu erwähnen.

„Dermalfläche. Abgesehen von Halisarca, darf man, wie ich glaube, nicht weiter gehen, bevor die Entwickelungsgeschichte, die hier allein Aufschluss gibt, den Beweis erbringen kann, dass hier ein plattenförmiges Exoderm liegt. Syncytium. Muss ich einstweilen auch für Reniera, bis die Entwickelungsgeschichte neue Aufklärungen bringt, an dem zweischichtigen Bau festhalten und die skeletbildende Schwammsarcode dem Syncytium oder Exoderm der Calcispongien im Sinne Haeckel's als homolog erachten, so erreicht diese Gewebsbildung bei Reniera doch einen weit höheren Grad der Complication."

Als zellige Bestandtheile sind von C. Keller aufgezählt: 1) Die gestreckten, spindelförmigen, glatten Muskelfasern sehr ähnlichen Zellen; bereits von Carter (in Ann. and Mag. of nat. hist. 1875) beschrieben. 2) Nutritive Wanderzellen. 3) Amylumhaltige Zellen.

---

1) Ueber den Bau von Reniera semitubulosa O. S. Ein Beitrag zur Anatomie der Kieselschwämme von C. Keller. Separat-Abdruck aus der Zeitschr. f. wiss. Zoolog. XXX. Bd. S. 567.

Indem ich später auf die wichtigsten Untersuchungen noch zurückkommen werde, beginne ich mit meinen Resultaten. Ich verweise auf Taf. XXXIII Fig. 29 und Taf. XXXII Fig. 12. Beide Abbildungen sind von Querschnitten beiläufig 2 mm Durchmesser messender Tethya lyncurium-Sprossen ausgeführt.

Taf. XXXIII Fig. 29 wurde nach Professor Dr. O. Schmidt[1]) copirt. Er schrieb darüber folgendermassen:

„Gleich Bowerbank sah auch ich im Innern der Tethya lyncurium keine Embryonen, sondern habe ebenfalls auswendig junge Exemplare gefunden, die ebenfalls über die Wachsthumverhältnisse weitere Aufschlüsse geben und meine Angaben ergänzen. Ich hatte eine junge Tethya in Form einer Kruste, vorherrschend aus den Rindenelementen bestehend, beschrieben. Ein Querschnitt (Taf. XXXIII Fig. 29) der jungen neuerlich entdeckten Exemplare von 2 bis 3 mm Durchmesser zeigt die volle Entwickelung der gefaserten Rindenschicht um die gelbliche krümliche Centralmasse, in der Rinde die Sterne, während noch alle Nadeln vom Centrum ausgehen. Anzeichen, dass diese Jungen als äussere Gemmen entstanden, liegen nicht vor."

Meine Abbildung Taf. XXXII Fig. 12 (Sterne absichtlich weggelassen; gezeichnet nach Zeiss 3/E.) zeigt, dass der Querschnitt aus lauter Zellen besteht und zwar die sogenannte Faserschicht aus kleineren, länglichen Zellen, die in der Rinde concentrisch angeordnet sind, die grösseren Markzellen reichen vom Mittelpunkte bis zu der Rindenschicht. Ferner zeigt es sich, dass die Wassergänge eine, aus exquisit eigenen Zellen bestehende Wandung haben. Also keine Spur von Syncytium (Haeckel) oder körniger Zwischensubstanz (Schultze). Bei so grossen Differenzen erscheint eine ganz specielle Prüfung nothwendig.

Taf. XXXII Fig. 10 zeigt uns einen Querschnitt einer Sprosse von 1 mm Durchmesser. (Gezeichnet nach Zeiss 3/E.) Aeusserlich sehen wir das einschichtige, aus platten Epithelzellen bestehende Epithelium (Ep), dann zwischen kleineren, länglichen Zellen die einschichtige kleinsternige Schicht (klst Sch). Ferner das Markgewebe, was aus grösseren rundlichen Zellen besteht (Mg). Die Nadelquerschnitte mit Nqu bezeichnet, mit N die aus der Mitte ausstrahlenden Nadeln.

1) Dr. O. Schmidt. Zweites Supplement des Adriatischen Meeres. Leipzig, 1866. S. 24.

Taf. XXXI, Fig. 8 zeigt uns einen Sector einer Sprosse von 2 mm Durchmesser (Gundlach I/IX Imm.).

In diesem weiterentwickelten Stadium sehen wir deutlich das äussere, einschichtige Epithel (Ep) mit einem zwischen den Epithelzellen mündenden Wasserporus (Wp). Die einschichtige kleinsternige Schicht ist dreischichtig geworden (klst Sch), und sind zwei neue Schichten aufgetreten: die grosssternige Schicht (gst Sch) und die Fasersehicht, bestehend aus länglichen Faserzellen: die Kerne sind vom Protoplasma umgeben, sonst tritt die Faserung, d. h. die Verlängerung der Zellen zu Faserzellen, exquisit hervor und oftmal erscheint selbst der Zelleninhalt gefasert, was so weit gehen kann, dass die Kerne kaum wahrnehmbar sind (Taf. XXXII, Fig. 19). Das Markgewebe (Mg) besteht aus ovalen Zellen, deren Längs-Durchmesser gegen die Faserzellen gerichtet ist. N bedeutet die Nadeln. Bei den Matter-Tethyen liegen auch die grossen Sterne mehrschichtig, und gemischt mit den kleinen Sternen. Doch sind die zwei verschiedenen Sternchichten immer zu unterscheiden, weil die grossen Sterne äusserlich in der kleinsternigen Schicht nicht vorkommen.

Die Wassergänge sind von Faserzellen, wie von Kreisfasern umgeben (Taf. XXXI, Fig. 11) (Fz), dann kommen zweischichtig eckige Zellen, welche ich Gangzellen nennen möchte (Gz) und welche kleine Sterne beherbergen, welche hier weggelassen wurden. Auf diesen Gangzellen sitzen die einschichtigen Canalzellen (Cz). Ob diese Wimperhaare tragen, konnte ich an meinen Alcoholpräparaten nicht erkennen (Nqu = Nadelquerschnitt).

Wenn wir jetzt diese Gewebselemente im isolirten Zustande in's Auge fassen, finden wir folgende Resultate:

1. Epithel- und Endothelzellen.

Taf. XXXII, Fig. 13 (Gundlach I/IX Imm.) a. Haufen von Epithelzellen einer Sprosse von 2 mm Durchmesser. b. eine einzelne Zelle von oben gesehen. Körnig, mit grossem Kerne. c. Epithelschicht derselben Sprosse im Profil.

Mittlere Grösse der Epithelzellen:

der Zelle	Länge:	0,0057 mm.
	Breite:	0,0036 „
des Kernes	Länge:	0,0026 „
	Breite:	0,0015 „

Diese Epithelzellen der Sprosse sind auch an der Mutter-Tethya vorhanden, und werden eckig, mit sehr spärlich körnigem Protoplasma.

Taf. XXXII. Fig. 14 (Gundlach I IX Imm.) zeigt uns die Epithelzellen der Mutter-Tethya. Die Endothelzellen kommen in den Wasserkanälchen in der bekannten Form vor.

2. Faserschicht der Autoren.

Die Faserzellen der Sprossen von 1 m Durchmesser sind ein wenig länglichrund. oval, körnig, mit Kern versehen und fangen an sich spindelförmig zu strecken. Taf. XXXII Fig. 15 (Gundlach I/IX Imm.) Sie messen:

der Zelle { Länge: 0,0052 mm
Breite: 0,0031 „

Die Faserzellen sind bei 2 mm messenden Sprossen länglicher geworden (Taf. XXXII Fig. 16 Gundlach I/VII Imm.) und messen:

der Zelle { Länge: 0,0056 mm
Breite: 0,0037 „

des Kernes { Länge: 0,0031 „
Breite: 0,0025 „

Bei der Mutter-Tethya treten die Faserzellen in zwei Formen auf: 1) entweder (Taf. XXXII Fig. 17 a, b, c. Fig. 18 Gundlach I/IX Imm.) in Form eigentlicher Faserzellen in der bekannten verlängerten Form, mit Kern, auch das Kernkörperchen ist oft wahrnehmbar, der Inhalt ist körniges Protoplasma; 2) oder (Taf. XXXI. Fig. 11 Fz. Gundlach I IX Imm. Taf. XXXII Fig. 19 Gundlach I/VII Imm.) das körnige Protoplasma concentrirt sich um den Kern, während der hyaline Inhalt der Faserzelle sich in Faserform anordnet. Dies ist regelmässig der Fall bei den älteren Exemplaren. Die Kerne dieser Zelle messen:

{ Länge: 0,0031 mm
Breite: 0,0018 „

Das Markgewebe.

Die isolirbaren Markzellen bauen das Markgewebe auf, in

demselben sind die Zellen bei sorgfältiger Untersuchung immer klar und exquisit wahrnehmbar. Zu bemerken ist, dass die Kerne oftmal auch Kernkörperchen enthalten.

Taf. XXXIII Fig. 20 (Gundlach I/IX Imm.) zeigt uns Markzellen aus 1 mm messender Sprosse. Die Zellen sind rundlich oval, körnig mit grossem Kerne. Sie messen:

der Zelle { Länge: 0,0067 mm
Breite: 0,0057 „

des Kernes { Länge: 0,0041 „
Breite: 0,0631 „

Durchmesser des Kernkörperchens: 0,0015 mm.

Die Markzellen der 2 mm messenden Sprossen (Taf. XXXIII Fig. 21 Gundlach I VII Imm) sind von eben solcher Beschaffenheit. Sie messen:

der Zelle { Länge: 0,0107 mm
Breite: 0,0075 „

des Kernes { Länge: 0,0056 „
Breite: 0,0037 „

Diese typischen Markzellen kommen bei der Mutter Tethya auch vor, obgleich sie hier regelmässig eckigverlängerte Formen annehmen. Oft fehlen die Kernkörperchen, oder sind nicht wahrnehmbar.

Die letzteren Zellen (Taf. XXXIII Fig. 22 Gundlach I/VIII Imm.) messen:

Länge der Zelle: 0,0069 mm
Länge des Kernes: 0,0039 „

Taf. XXXIII Fig. 23 (Gundlach I/IX Imm.) zeigt uns ein Stück Markgewebe, bestehend aus Markzellen.

III. Das Wassergefässsystem.

Aus den bisherigen histiologisch-anatomischen Erörterungen geht hervor, dass die Tethya-Sprossen von 1 mm Durchmesser (Taf. XXX Fig. 2, Taf. XXXI Fig. 10) äusserlich ein einschichtiges Epithel tragen, die zweite Schicht besteht aus einer Sternschicht und speciell bloss die kleinen Sterne sind in der Schicht in einem

Kreise geordnet und von innen nimmt man das Markgewebe wahr. Wassergänge sind nicht da.

In den Sprossen von 2 mm Durchmesser haben schon die Schichten ihren eigenen Charakter angenommen (Taf. XXX Fig. 3, Taf. XXXI Fig. 8). Aeusserlich liegt das Epithel, dann kommt die kleinsternige Schicht, worauf die grosssternige Faserschicht folgt. Also die grossen Sterne sind in den Sprossen von 2 mm Durchmesser zur Entwickelung gelangt. Der übrige Theil ist das Markgewebe.

Wenn wir mit Aufmerksamkeit folgen, wo und wie die Wasserhauptcanäle liegen, werden wir finden, dass sie sich zwischen den klein- und grosssternigen Schichten befinden (Taf. XXX Fig. 1 Wgs Gundlach I/1) und von hier aus verlaufen die Nebengänge gegen die Oberfläche und das Markgewebe regelmässig. An einem Querschnitte der Oberfläche von Tethya sieht man, dass er regelmässig durchlöchert ist, dies sind die mikroskopischen Wasserporen (Taf. XXXI Fig. 8 Wp). Die Wandungen der Wassergänge sind mit Endothelzellen ausgekleidet, welche auf kleinen Sternen sitzen. Diese sind von Faserzellen umgeben, wie es oben beschrieben wurde. (Taf. XXXI Fig. 11 Cz = Canalzellen, Gz = Gangzellen, Fz = Faserzellen.)

Wenn die Tethyen aus dem Wasser herausgenommen werden, spritzen sie Wasser gewaltsam aus, und ziehen sie sich auffallend zusammen. Diese Bewegungserscheinungen sind die Folgen der sehr reich und hoch entwickelten Faserzellen, welche hauptsächlich um die Wassercanäle stark angehäuft sind.

In den Zu- und Abfuhrcanälen des Wassergefässsystems wird das Wasser durch die Verengerung und Erweiterung der Faserzellen Wandungen, und auch wohl wahrscheinlich durch die dort befindlichen Wimperhaare in geregelte Bewegung gebracht.

IV. Die Kieselgestalten in histiologischer und entwickelungsgeschichtlicher Beziehung.

1. Die Nadeln.

(Ueber die Gestalten der Nadeln siehe die Werke von O. Schmidt und Bowerbank.)

Die Breite der Nadeln ist in den verschiedenen Sprossen wie folgt:

1. Breite: 0,0176 mm,
2. „ 0,0252 „
3. „ 0,0315 „

In der Mutter-Tethya kommen die Nadeln in diesen verschiedenen Breiten zusammen vor.

C. Keller[1]) sagt: „Bei den Calcispongien kann man nach Behandlung mit verdünnten Säuren eine Spiculascheide nachweisen. Bei den Kieselspongien kennen wir leider keine Methode, die Kieselbestandtheile zu extrahiren.

„Fluorwasserstoffsäure löst dasselbe zwar, aber ruinirt damit auch das Gewebe. Dennoch glaube ich mit Bestimmtheit für Reniera eine um die Spicula herum verdichtete Plasmalage als Spiculascheide annehmen zu können. Mit Hülfe von Tinctionsflüssigkeiten, namentlich Jod und carminsaurem Ammoniak überzeugt man sich, dass die Umhüllung der Nadeln sich stärker imbibirt, als das Syncytium, das die Grundmasse bildet".

In meinen Schnitten fand ich überall diese sich stärker färbende „Nadelscheide" mit dem Unterschiede von Keller, dass die Scheide aus zwei Zellenschichten besteht. Die äussere Zellenschicht ist von den Zellen des Tethya-Gewebes gebildet, die innere Schicht besteht aus eigenen Scheidenzellen, welche sich viel stärker färben lassen und viel kleiner sind, als die Zellen der äusseren Schicht.

In natürlicher Lage haben alle Nadeln diese Scheidenzellen-Ueberzüge.

Taf. XXX Fig. 6 (Gundlach I/VII Imm.) zeigt uns an der Nadel die äusseren Zellen, welche sich um die Nadel aus den Gewebszellen anhäufen. Hingegen Taf. XXX Fig. 7 (Gundlach I/IX Imm.) zeigt uns die eigenen Scheidenzellen in einer Schichtung auf der Nadel liegend. Die Zellen bedecken auch die hervorragenden Spitzen der Nadeln bei jüngeren Sprossen (1—2 mm grossen Sprossen). Später werden sie hier an den ausragenden Spitzen verloren gehen. Diese eigenen Scheidenzellen messen:

der Zelle { Länge: 0,0056 mm
Breite: 0,0094 „

1) Ueber den Bau von Reniera semitubulosa. O. S. Ein Beitrag zur Anatomie der Kieselschwämme. Separat-Abdruck aus d. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XXX. Bd. S. 578.

des Kernes { Länge: 0,0037 „ / Breite: 0,0025 „

Die äusseren Scheidenzellen messen:

der Zelle { Länge: 0,0091 mm / Breite: 0,0075 „

des Kernes { Länge: 0,0044 „ / Breite: 0,0031 „

Für die Entstehung der Nadeln habe ich den negativen Fund gemacht, dass sie in Sprosen von 1—2 mm Durchmesser nicht entstehen. Sie entstehen erst in vollständig entwickelten Tethyen. Aus dem Umstande, dass sie kleineren und grösseren Sterne sich in einzelnen Zellen entwickeln, wie ich es gleich beschreiben werde, glaube ich annehmen zu müssen, dass auch die Nadeln sich aus einzelnen Zellen entwickeln, wie dies schon von Professor Dr. O. Schmidt beschrieben wurde in der „Expedition zur Untersuchung der Ostsee im Sommer 1871. Berlin 1873, S. 148", in den Mittheilungen über die Bildung der Kieselkörper von Esperia lucifera. Fig. 19, 20, 21 (im selben Werke von O. Schmidt) zeigen dort die Schichtung des Inhaltes grosser Zellen in feinen Nadeln, welche beim Platzen der Zellenhaut frei werden. Fig. 22 bis incl. 25 (ebenda von O. Schmidt) zeigen die Anlage der Spangen als Verkieselungen auf und in der membranösen Oberfläche von Zellen.

Dass die Nadeln aus den Tethyen radiär ausstrahlen, das hat seine einfache, mechanische Ursache, worüber ich bei der Sprossenentwickelung und Bildung sprechen werde.

2. Die kleinen Sterne.

Aus den bisherigen Erörterungen wissen wir, dass die Faserschicht in zwei anatomisch unterscheidbare Schichten zerfällt, was wir auch entwickelungsgeschichtlich sehen werden, nämlich in die klein- und grosssternigen Schichten. In den kleinsternigen Schichten entstehen die kleinen Sterne in den 1 mm messenden Sprossen in einer einreihigen Schicht (Taf. XXXI Fig. 10 klst Sch), später beobachtet man sie in drei Reihen in den älteren Sprossen und vielfach in der ausgewachsenen Tethya. Auch wissen wir, dass diese kleinen Sterne (Taf. I Fig. 4) der Tethya lyncurium sich in den

jüngsten Stadien in kochender Salzsäure auflösen. Da diese kleinen Sterne sich in einer ganz anderen Schicht entwickeln, kann man sie schon deshalb nicht für die jüngeren Entwickelungsstadien der grossen Sterne halten.

Diese kleinen Sterne messen: Durchmesser der kleinen Sterne zwischen den Strahlenspitzen:

Grenzgrössen: { 0,0094 mm / 0,0157 „

Die Entwickelung der kleinen Sterne geht folgendermassen vor sich.

In den noch nicht 1 mm messenden Sprossen oder in beinahe 2 mm durchmessenden Sprossen (Taf. XXX Fig. 5, Gundlach I IX Imm.) trifft man in der kleinsternigen Schicht vergrösserte Zellen, welche je eine in sich die sich entwickelnden Sterne enthalten. Die Kerne der Sternzellen wandeln sich in Sterne um, bis die entwickelten Sterne die ganzen Massen der Sternzellen verdrängen.

3. Die grossen Sterne.

Die grossen Sterne liegen ebenfalls einreihig in einer Schicht unter der kleinsternigen Schicht in der Faserzellenschicht und treten zuerst in den 2 mm messenden Sprossen auf. In den jüngeren Sprossen liegen bloss die Mutterzellen der grossen Sterne. (S. Taf. XXXI Fig. 8 gst Sch.) Sie entwickeln sich ebenfalls in einzelnen Zellen, sagen wir in Riesensternzellen, aus, welche in 2 mm messenden Sprossen oder in der grosssternigen Schicht 1 mm messenden oder noch kleineren Sprossen tragenden Tethyen zu finden sind. Diese Riesensternzellen messen wenigstens 50 μ (Taf. XXXI Fig. 9 Gundlach I/IX Imm.) und messen also 0,0315 mm. Ebenfalls wandeln sich auch hier die Kerne der Riesensternzellen zu Sternen um.

Die Ausdehnungen dieser grossen Sterne sind:

Durchmesser der Körper der grossen Sterne: 0,0378 mm
„ zwischen zwei Strahlenspitzen: 0,0693 „

Taf. XXX Fig. 2 (Gundlach I I) zeigt uns eine 1 mm messende Sprosse noch ohne die grossen Sterne. Taf. XXX Fig. 3 (Gundlach I/I) zeigt uns eine 2 mm messende Sprosse mit den ein-

reihig kreisherum entwickelten grossen Sternen. (Siehe noch Taf. XXXI Fig. 8.)

V. Die Sprossenentwickelung der Tethya lyncurium.

Wenn wir Taf. XXX Fig. 1 (Gundlach I/I) ins Auge fassen, dann sehen wir am Querschnitt der Tethya, welcher zugleich der Längsschnitt der weniger als 1 mm messenden Sprossen ist, folgendes:

Mg zeigt uns das hier körnig aussehende Markgewebe. (Die Markzellen erscheinen als Körner bei dieser schwachen Vergrösserung.) Im Markgewebe sind die Nadelbündel, welche gegen Aussen laufen. Zwischen Markgewebe und der Faserschicht im alten Sinne läuft ein Riss, welcher durch das Schneiden künstlich hervorgebracht wurde. Dann kommt die grosssternige Schicht (gst Sch), weiter die kleinsternige Schicht (klst Sch), aus welcher die kleinen Sprossen in verschiedenem Alter hervorragen (Sp). Zwischen den klein- und grosssternigen Schichten liegt das Wassergefässsystem (Wgs). Ich will hier die Aufmerksamkeit darauf lenken, dass die reifenden Sprossen durch Nadelbündel allmählich nach Aussen gebracht werden, wie dies mit N b in dieser Figur gezeigt wird und dass die Nadeln des Bündels radiär in die Sprossen ausstrahlen und so wird die Stellung der Nadeln in Fig. 2, 3 Taf. XXX, Fig. 8, 10 Taf. XXXI, Fig. 12 Taf. XXXII, Fig. 24 Taf. XXXIII, hervorgebracht.

Wenn die Sprossen die Grösse von 1 mm Durchmesser erreichen (Taf. XXX Fig. 2), dann sitzen sie auf einem Nadelstiel. Der Stiel wird länger im selben Masse, wie die Sprosse sich vergrössert.

Wollen wir hier bemerken, dass die Sprossen sich in der kleinsternigen Schicht entwickeln und fassen wir die Durchschnitte von diesen Sprossen ins Auge. Taf. XXXI Fig. 10 zeigt uns den Querschnitt von einer 1 mm messenden Sprosse. (Taf. XXX Fig. 2.) Aeusserlich in einer Reihe liegt das Epithel (Ep), dann zwischen kleinen Sternen folgt die kleinsternige, einreihige Schicht. Unter dieser liegen die Zellen für die grossen Sterne und die Faserzellen im embryonalen Zustande. Im Markgewebe (Mg) sieht man hie und da durch das Messer hineingeschleppte kleine Sterne. Die Nadeln (N) stehen radiär, eben darum sind auch Nadelquerschnitte da (Nqu). Das Wassergefässsystem ist noch nicht entwickelt.

Der Querschnitt (Taf. XXXI Fig. 8) einer 2 mm messenden Sprosse (Taf. XXX Fig. 3) zeigt uns, dass das Epithel (Ep) schon Wasserporen (Wp) enthält, also das Wassergefässsystem ist schon entwickelt. Die kleinsternige Schicht ist dreireihig geworden (klst Sch). Auch die grosssternige Schicht (gst Sch) und darunter die Faserzellenschicht sind da. Im Markgewebe (Mg) finden wir, dass die Markzellen rundlich-eckig geworden sind. Nachher kommen nur einfache Wachsthumsprocesse in den Sprossen vor.

Und jetzt fassen wir die Entwickelungsgeschichte der Sprossen ins Auge vom Beginne einer Zelle bis zur Heranbildung der Sprosse, wie sie eben beschrieben worden ist.

Taf. XXX Fig. 1 zeigt uns die Stelle der Sprossenstöcke in der kleinsternigen Schicht (Spst).

Jeder Sprossenstock besteht aus einer halbmondförmigen Kapsel, welche in der kleinsternigen Schicht liegt. Die Wandung der Kapsel besteht nach Aussen aus der kleinsternigen Schicht und aus dem darauf liegenden Epithel. Die Wandung der Kapsel selbst besteht aus länglichen Faserzellen, welche jedoch halb so lang sind, wie die gewöhnlichen Faserzellen der Faserschicht im engeren Sinne.

In diesen Kapseln findet man vergrösserte Zellen der kleinsternigen Schicht, aus den zwischen den kleinen Sternen befindlichen Zellen, welche sich bald zu theilen beginnen. Taf. XXXIII Fig. 25 zeigt eine sich theilende, mit zwei Kernen versehenen Sprossenzelle.

Das jüngste Stadium ist in Fig. 26 abgebildet, wo die vier Sprossenzellen sich so reihen, dass deren drei das Ectoderm (Ec) und eine das Entoderm (En) bilden.

Das einzellige Entoderm wird von den Ectodermzellen umgeben (Fig. 28) und jetzt theilt sich auch die eine Entodermzelle, aber in einer Reihe. Die Ectodermzellen vermehren sich nicht (Fig. 28). Die Entodermzellen werden zweireihig, durch Theilungsprocesse vermehrt (Fig. 29), bald dreireihig (Fig. 30) bis die Entodermzellen sich so lange vermehren, dass die kuglige Form angenommen wird (Fig. 31).

Von nun an bleibt das Entoderm in Ruhe, und die einreihigen Ectodermzellen entwickeln sich weiter und bauen die folgenden Schichten auf.

Die Ectodermzellen treten zweireihig auf (Fig. 32); die äussere

(grüngemalte) Schicht wird zur kleinsternigen Schicht (klst Sch), die unteren (rothgemalten) einreihigen Zellen sind die Anlagen für die grosssternige Schicht, Faserzellenschicht und das Markgewebe. Im folgenden Stadium liegt die Sprosse schon im Wege eines Nadelbündels (Fig. 33 Nb) und enthält folgende Schichten: Epithel (Ep), einreihige kleine Sterne in der kleinsternigen Schicht (klst Sch). Der übrige Theil des Mesoderms, die grosssternige Faserzellenschicht, das Markgewebe, sind von einer Reihe der Mesodermzellen (Mes) repräsentirt.

Im selben Stadium werden die Sprossen durch die Nadelbündel ausgestossen. Diese Ausstossungsprocesse in verschiedenen Momenten sind in Taf. XXXIII Fig. 33, Taf. XXX Fig. 1, 2, 3 wiedergegeben.

Ich will hierbei bemerken, was ich unter Nadelströmungen verstehe. Wenn die Sprossen zur Reife des Austretens aus der Sprossenkapsel gelangen, dann ordnen sich die Nadeln bündelweise radiär aus dem Markgewebe auszuströmen an, und jedes Bündel stösst eine reife Sprosse durch die Nadelströmungswege aus. Ferner ist zu bemerken, dass eine Einstülpung der Sternschichten entgegen dem strömenden Nadelbündel in das Markgewebe hineinragt (Taf. XXX Fig. 1), gegenüber diesen Nadelwegen (Nw) nehmen die darauf reifen Embryonen Platz, und so werden sie ausgestossen und nachher Sprossen. (S. Taf. XXX Fig. 1, 2, 3.)

Also liegt in dieser Thatsache der Sprossenentwickelung eine Analogie der gewöhnlichen Eientwickelung, also die Sprossenentwickelung der Tethya geht so vor sich, wie die Entwickelung eines befruchteten Eies. Darum habe ich auch die Benennungen: Sprossenstock, Sprossenzelle in Anwendung gebracht.

Für Analogie der Sprossenbildung in der Litteratur habe ich bloss einen Fall gefunden und zwar von Professor Dr. Oscar Schmidt[1]), welcher sich folgendermaassen äussert: „Ich habe wahrscheinlich schon in meiner Arbeit von 1875 richtig gesehen, dass ein Zellenmaterial aus dem Innern des Loxosoma zur Knospe verwendet wird, und musste um so mehr zur Annahme einer Eientwickelung inducirt werden, als eine Keimblätterbildung statt-

1) II. Abhandlung. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1878. Bemerkungen zu den Arbeiten über Loxosoma von O. Schmidt. S. 78.

findet, wie sie bisher nur aus dem Ei beobachtet worden ist. Auf diesen Umstand ist von meinen Herren Mitarbeitern nicht der Nachdruck gelegt worden, den er verdient. Es handelt sich entweder um eine höchst merkwürdige Vererbung und Uebertragung aus der Eientwickelung auf die Knospenentwickelung, oder um eine Convergenz, deren mechanische Ursachen wohl auch auf den Hergang der echten Keimblattbildung im Ei Licht werfen müssen".

Wenn ich mir die theoretische Frage vorlege, ob zuerst die Fortpflanzung durch Sprossen- oder Eikeimblattentwickelung vorgehen dürfte, so bin ich der Meinung, dass die Sprossenkeimblattentwickelung viel älter sei, als die Eikeimblattentwickelung und dass die Eikeimblattentwickelung bloss eine vererbte Wiederholung der, von Professor Dr. Oscar Schmidt und von mir, unabhängig von einander, entdeckten Sprossenkeimblattentwickelung ist.

Für die Richtigkeit meiner Untersuchungen habe ich ausser den Exemplaren der Tethya lyncurium Lieberkühn aus Neapel und Triest, die Tethya lyncurium varietas villosa (O. Schmidt's Manuscript), Tethya lyncurium varietas laevis (O. Schmidt's Manuscript) und Tethya caudata (O. Schmidt's Manuscript) aus dem Mexikanischen Meerbusen untersucht, andererseits habe ich die Forschungen anderer Forscher ins Auge gefasst. Bisher habe ich die Forschungen citirt, die gegen meine Resultate sprechen, jetzt habe ich einzugehen auf die Resultate der Studien über die Spongien von E. Schulze in Graz.

Hinsichtlich der Schichten des Spongienkörpers bin ich im wesentlichen zu denselben Resultaten gelangt, wie auch E. Schulze bei den von ihm untersuchten Spongien mit zwei Unterschieden: 1. Er hat das Mesoderm nicht in zwei, in eine äussere und eine innere Schicht getheilt gefunden, wie ich, und die beschriebene Lage der Hauptwassercanäle in diesen Schichten. Ich bin der Ueberzeugung, dass er auch diesen Zusammenhang beobachten und bestätigen wird. 2. E. Schulze nimmt eine sogenannte körnige oder auch hyaline Grundsubstanz an, welche ich nie finden konnte. Sonst will ich hier kurz seine eigenen Worte citiren.

„In Betreff des histiologischen Aufbaues des Spongienkörpers [1])

1) Ueber den Bau und Entwickelung von Sycandra raphanus Haeckel von Franz Eilhard Schulze. Zeitsch. für wiss. Zoologie. XXV. Bd. Suppl. S. 249.

unterscheidet Haeckel in wesentlicher Uebereinstimmung mit O. Schmidt nur zwei differente Gewebsschichten, welche direct von den beiden concentrisch sich umschliessenden Zellenblättern der Larve, dem Ektoderm und Entoderm hergeleitet, auch mit diesen Namen bezeichnet wird."

„Auf Grund dieser Ergebnisse [1]) meiner Untersuchungen über den histiologischen Bau von Sycandra raphanus bin ich nun einer von Haeckel's Darstellung insofern abweichenden allgemeinen Auffassung dieses Schwammkörpers gelangt, als ich nicht zwei, sondern drei differente und von einander scharf zu trennende zellige Gewebsschichten gefunden habe, nämlich ein äusseres, einschichtiges Plattenepithellager, eine mittlere das Kalkskelet bildende Gewebsschicht mit sternförmigen und amöboiden Zellen in hyaliner Grundsubstanz, sowie drittens eine einschichtige Geisselzellenlage."

„Wenn ich nun diese drei differenten Gewebsschichten mit dem Ektoderm, Mesoderm und Entoderm der höheren Thiere vergleiche und damit die Kalkschwämme zu den dreiblättrigen Thieren rechne, so bestimmt mich dazu vor Allem die grosse Uebereinstimmung dieser drei Gewebsschichten mit den entsprechenden der nahe verwandten Coelenteraten."

In der Abhandlung über die Gattung Halisarca [2]):

„ . . . ich die drei verschiedenen Gewebe, aus welchen der ganze Schwamm sich aufbaut, hier ebenso, wie bei der (in meiner ersten Mittheilung über den Organismus der Spongien besprochenen) Sycandra raphanus als Ektoderm, Mesoderm und Entoderm bezeichne."

In der Arbeit über die Familie der Chondrosidae [3]): „Wenn ich nun jenes Plattenepithellager, welches sämmtliche von Wasser durchströmten zu- und abführenden Canäle, von den Poren der Oberfläche an bis zu den Geisselkammern und von diesen bis zum Osculum auskleidet als Ektoderm, das faserige Gewebe der Rinde und ihrer die Canäle begleitenden Fortsätze aber, sowie das mit

---

1) Cit. Werk. S. 257.

2) Die Gattung Halisarca von F. E. Schulze. Separat-Abdruck aus: Zeitschr. f. wiss. Zool. XXVIII. Bd. S. 15.

3) Die Familie der Chondrosidae von F. E. Schulze. Separat-Abdruck aus: Zeitschr. f. wiss. Zool. XXIX. Bd. S. 24.

körniger Grundsubstanz versehene Stroma des Markes als Mesoderm, die Kragenzellen der Geisselkammern endlich als Entoderm hypothetisch bezeichne, so geschieht dies mit demselben Vorbehalte, welchen ich schon bei der nämlichen Deutung der entsprechenden Gewebslagen von Halisarca in meiner Mittheilung gemacht habe."

In der Arbeit über die Familie der Aplysinidae[1]): „Die den Weichkörper zusammensetzenden Gewebe können auch hier als Ectoderm, Mesoderm und Entoderm unterschieden werden."

„Das erstere deckt in Form eines continuirlichen, aus 4—6-eckigen platten Zellen bestehenden einschichtigen Epithellagers die ganze vom Wasser bespülte Fläche mit einziger Ausnahme der von Entodermkragenzellen ausgekleideten Geisselkammern."

„Das Grundgewebe des Mesoderms . . . zeigt nur die einfach hyaline Grundsubstanz, in welcher unregelmässig sternförmige Zellen, mit verästelten und anastomosirenden Ausläufern in Menge vorkommen . . . . Dagegen bilden sich auch hier an gewissen Stellen die sonst vorwiegend sternförmigen Zellen zu langen spindelförmigen Elementen mit gestrecktem ellipsoiden Kern um, welche ebenso wie die betreffenden Zellen bei Aplysina glatten Muskelfasern oft sehr ähnlich sehen. Sie sind in dieser Form hauptsächlich in der äusseren Rindenlage des Schwammes zu finden, wo sie, zu schmalen Bündeln vereinigt, Züge und Balken bilden, sich zu einem Netze mit verschieden weiten Maschen verbinden. . . . . es macht im höchsten Grade wahrscheinlich, dass wir es mit contractilen Faserzellen zu thun haben."

In diesem Sinne spricht er sich auch in seiner jüngsten Arbeit aus[2]): „Wie bei allen bisher von mir studirten Schwämmen, lassen sich auch hier jene drei differenten Gewebslagen unterscheiden, welche ich früher wegen ihrer grossen histiologischen Uebereinstimmung mit dem Ectoderm, Mesoderm und Entoderm höherer Thiere einfach mit diesen Namen bezeichnete. Da sich aber inzwischen herausgestellt hat, dass bei Sycandra raphanus ein drittes Keimblatt, Mesoderm, nicht in Gestalt einer be-

1) Die Familie der Aplysinidae von F. E. Schulze. Zeitsch. f. wiss. Zoologie. XXX. Bd. S. 409.

2) Die Gattung Spongelia von F. E. Schulze. Zeitsch. f. wiss. Zool. XXXII. Bd.

sonderen Keimzellenschicht gleich nach Beendigung der Furchung sich anlegt[1]), man also dort wenigstens von einem mittleren Keimblatte im wörtlichen Sinne nicht reden kann (S. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie XXXI. Bd. p. 294); so werde ich diese drei differenten Gewebsschichten hier einfach nach ihrem histiologischen Character als: 1) äussere Zellenschicht, 2) Bindesubstanz oder skeletbildende Schicht, 3) Kragenzellenschicht bezeichnen."

Die äussere Zellenschicht besteht nach E. Schultze aus platten polygonalen Zellen. Die Bindesubstanzschicht ist eine hyaline, gallertartige Grundsubstanz mit eingelagerten unregelmässig stern- oder spindelförmigen, oft deutlich anastomosirenden Zellen. Die Kragenzellenschicht besteht aus Kragenzellen mit langen Geisseln.

Wie ich schon erwähnte, habe ich auch noch andere Tethyen untersucht und habe gefunden, dass die Tethya lyncurium Lieberkühn, varietas villosa O. Schmidt (Manuscript), welche sich durch über die ganze Oberfläche verbreitete Fortsätze und Osculum auszeichnet, folgende Structur zeigt: unter dem schön entwickelten Epithelium liegt eine dünne kleinsternige Schicht, und darunter kommen die grossen Sterne gemischt mit den kleinen Sternen vor, bis sie für die grossternige Schicht allein bleiben. Die Faserzellenschicht ist stark entwickelt. Das Markgewebe besteht aus Markzellen. Das Wassergefässsystem hat den typischen Aufbau: die Endodermzellen sind von den kleinsternigen Zellen umgeben, unmittelbar unter diesen kleinen Sternzellen kommen die Faserzellen der Gefässe vor. Dass die Fortsätze in $^3/_4$ allein von der kleinsternigen Schicht bedeckt sind, ist eine wohl zu beachtende Eigenthümlichkeit. Also die grossternige Schicht fehlt in diesen Fortsätzen.

Die Tethya lyncurium Lieberkühn, varietas laevis O. Schmidt (Manuscript), deren Hautschicht in plattenartige Abtheilungen getheilt ist, zeigt auch das einschichtige Epithel, unter

---

1) Dieser Fall kommt bei der Tethya nicht vor, hier legt sich das Mesoderm als Keimzellenschicht an, also ich muss für die Tethya den Namen Mesoderm beibehalten, vorausgesetzt, dass die Vergleichung der Sprossenkeimblattentwickelung mit der Eikeimblattentwickelung sich wirklich durchführen lässt. Dr. B. Dezsö.

welchem die sehr dünne kleinsternige Schicht liegt. Der gemischten Sternschicht folgt eine sehr mächtige grosssternige Schicht mit den Faserzellen, dann das Markgewebe aus Zellen bestehend. Das Wassergefässsystem besteht aus sehr feinen Gängen mit typischem Aufbau.

Sehr merkwürdige anatomische Zusammensetzung zeigt die Tethya lyncurium Lieberkühn aus Triest.

Die hochentwickelten radiär ausstrahlenden Nadelbündel erzeugen an der Oberfläche der Tethya aus Triest Ausstülpungen, so dass diese Tethya aus Triest Uebergangsform zwischen der Tethya lyncurium varietas villosa O. Schmidt und Tethya lyncurium autorum sein dürfte. Das Epithel ist wegen der auf der Oberfläche liegenden Schmutzigkeiten schwer auffindbar. Darunter liegt die mächtige kleinsternige Schicht; die grossen Sterne sind sehr spärlich vorhanden und man muss sie mit Mühe aufsuchen. Die Faserzellenschicht ist schön entwickelt. Das Markgewebe besteht aus isolirbaren Zellen. Das Wassergefässsystem ist typisch und sehr mächtig entwickelt.

Die Tethya caudata O. Schmidt (Manuscript) aus Mexiko, zeigt unter der Epithelschicht eine sehr dünne kleinsternige Schicht. Darauf folgt eine gemischte Sternschicht. Die Faserzellenschicht ist hochentwickelt. Das Wassergefässsystem ist typisch und sehr entwickelt. Der Wurzelschopf der Tethya caudata ist nur von der kleinsternigen Schicht bedeckt; die grosssternige Schicht fehlt hier.

Und nun am Ende meiner Abhandlung erlaube ich mir, möglichst den Text von Herrn Professor Dr. Oscar Schmidt beibehaltend, diese Angaben für die von Herrn Professor Dr. Oscar Schmidt gegebene Determination der Tethya lyncurium autorum folgendermaassen anzuwenden:

Die Normal-Exemplare dieser Art haben einen Durchmesser von $1^1/_2$ bis 2 Zoll und sind fast kugelrund, bisweilen an dem oberen Pole wie eine Orange zugespitzt und mit einem kleinen Zipfel versehen. Die Oberfläche ist uneben, indem die Bündel der Nadeln hervorragen; doch gibt es hier viele individuelle Abstufungen. Sowohl von aussen als inwendig ist der Körper gelblich, nur ist die Rindenschicht blasser, mitunter fast farblos wegen der grossen angehäuften Masse der Kieselkörper.

Das Canalsystem ist hoch entwickelt. Die Hauptcanäle liegen in der Faserschicht, inwendig ausgekleidet

von Endothelzellen. Diese sind von kleinen Sternen umgeben, und aussen von dieser kleinsternigen Schicht der Canalwandung folgt die eigentliche Faserzellenschicht der Canäle.

Die Oberfläche ist von einer einschichtigen Epithelschicht bedeckt. Die Rindenschicht enthält äusserlich die kleinen Sterne, mit den zwischen ihnen liegenden nicht Faserzellen, in grösserer Tiefe kommen die kleinen Sterne mit den grossen gemischt vor, bis die grosssternige und Faserschicht ohne kleine Sterne folgt. Aus dem Markzellengewebe strahlen die Nadelbündel radiär aus; im Markgewebe sind keine Sterne. Osculum ist oft vorhanden. Die Kieselgestalten sind so geformt, wie sie von Herrn Professor Dr. Oscar Schmidt beschrieben wurden.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXX bis XXXIII.

(Alle Abbildungen beziehen sich auf die Tethya lyncurium autorum.)

Tafel XXX.

Fig. 1. (Gundlach I/I) Sp = Sprosse. Mg = Markgewebe. Spst = Sprossenstock. klst Sch = kleinsternige Schicht. Gst Sch = grosssternige Schicht. Fsch = Faserschicht. Nb = Nadelbündel. Wgs = Wassergefässsystem.

Fig. 2. (Gundlach I/I) Sprosse von 1 mm Durchmesser.

Fig. 3. (Gundlach I/I) Sprosse von 2 mm Durchmesser.

Fig. 4. (Gundlach I/IX Imm.) Kleine Sterne.

Fig. 5. (Gundlach I/IX Imm. Entwickelung der kleinen Sterne in Sprosse von 1 mm Durchmesser.

Fig. 6. (Gundlach I/VII Imm.) Aeusserer Ueberzug der Zellen einer Nadel.

Fig. 7. (Gundlach I/IX Imm.) Innerer Ueberzug der Zellen einer Nadel.

Tafel XXXI.

Fig. 8. (Gundlach I/VII Imm.) Ein Sector einer Sprosse von 2 mm Durchmesser. Klst Sch = kleinsternige Schicht. Gst. Sch = grosssster-

nige Schicht. Mg = Markgewebe. N = Nadeln. Ep = Epithel. Wp = Wasserporus.

Fig. 9. (Gundlach I/IX Imm.) Riesensternzelle eines grossen Sternes.

Fig. 10. (Zeiss 3/E.) Querschnitt einer Sprosse von 1 mm Durchmesser. Nqu = Nadelquerschnitt. Uebrige Bezeichnungen wie oben.

Fig. 11. (Gundlach I/IX Imm.) Von Bowerbank sogenannter Intermarginalgang in einer Sprosse von 2 mm Durchmesser. Cz = Canalzellen. Gz = Gangzellen. Fz = Faserzellen.

Tafel XXXII.

Fig. 12. (Zeiss 3/E.) Durchschnitt einer Sprosse von 2 mm Durchmesser. Wg = Wassergang. Mg = Markgewebe. Ep = Epithel. Ltg = Sterngewebe.

Fig. 13. a, b, c (Gundlach I/IX Imm.) Epithelzellen einer Sprosse von 2 mm Durchmesser.

Fig. 14. (Gundlach I/X Imm.) Epithelschicht der Tethya lyncurium Autorum.

Fig. 15. (Gundlach I/IX Imm.) Rindenzellen einer Sprosse von 1 mm Durchmesser.

Fig. 16. (Gundlach I/VII. Imm.) Rindenzellen einer Sprosse von 2 mm Durchmesser.

Fig. 17. (Gundlach I/IX Imm.) Isolirte Rindenfaserzellen.

Fig. 18. (Gundlach I/IX Imm.) Rindenfaserzellenschicht.

Fig. 19. (Gundlach I/VII Imm.) Rindenfaserschicht.

Tafel XXXIII.

Fig. 20. (Gundlach I/IX Imm.) Binnenzellen einer Sprosse von 1 mm Durchmesser.

Fig. 21. (Gundlach I/VII Imm.) Binnenzellen einer Sprosse von 2 mm Durchmesser.

Fig. 22. (Gundlach I/VII Imm.) Binnenzellen von Tethya lyncurium Autorum.

Fig. 23. (Gundlach I/IX. Imm.) Binnengewebe mit verlängerten Zellen.

Fig. 24. Durchschnitt einer jungen Tethya lyncurium Lnk. (Nach Dr. O. Schmidt. Copie aus: Zweites Supplement der Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig, 1866. Fig. 15.)

Fig. 25. (Gundlach I/V.) Sich in Zweitheilung befindende Sprossenzelle aus der kleinsternigen Schicht der Tethya.

Fig. 26. (Gundlach I/V.) Sprosse aus 4 Zellen bestehend, schon in Ectoderm und Entoderm eingetheilt. Ec (blau) = Ectoderm. En (braun) = Entoderm.

Fig. 27. (Gundlach I/V.) Das Ectoderm hat das einzellige Entoderm umgeben. Ec En wie in Fig. 26.

Fig. 28. (Gundlach I/V.) Das Entoderm besteht aus einer Zellenreihe, die Form der Sprosse ist länglich. Ec En.

Fig. 29. (Gundlach I/V.) Das Entoderm wird zweireihig, die Sprosse selbst mehr bauchig. Ec En.

Fig. 30. (Gundlach I/V.) Ec En. Das Entoderm wird dreireihig und die Sprosse noch mehr bauchig, bis

Fig. 31. (Gundlach I/V.) die Sprosse rundlich geworden ist.

Fig. 32. (Gundlach I/V.) Das Ectoderm scheidet sich in zwei Zellenschichten. f a = Faserschichtanlage. klst Sch. = kleinsternige Anlage.

Fig. 33. Sprosse (Gundlach I/V), worin schon die kleinen Sterne in einer Schicht ausentwickelt sind, und hat sich auch das beständige Epithel abgesondert. Mes = Faserschicht. En = Endothel. klst Sch = kleinsternige Schicht. Ep = Epithel. N b = Nadelbündel.

Die Muskulatur der menschlichen Mundspalte.

Von

Prof. Dr. **Chr. Aeby**

in Bern.

(Hierzu Tafel XXXIV.)

Ueber den Bau des fleischigen Walles, der die Mundspalte umrandet, sind beinahe ebensoviele Ansichten zu verzeichnen, als Forscher, die ihn zum Gegenstande ihrer Untersuchung gemacht haben. Und deren sind nicht wenige. Sofern es sich dabei nur um die Sonderung peripherischer Faserzüge und um die äussere Abgrenzung sogenannter Muskeleinheiten handelt, ist die Frage ohne tiefere Bedeutung und ihre Lösung zum guten Theile nicht viel mehr als Geschmackssache. Anders gestaltet sie sich, wenn entschieden werden soll, wo die verschiedenen Faserbündel Ursprung und Ende finden, und ob die Mundspalte neben denjenigen, die von aussen her an sie herantreten, auch eigene besitzt. Hier

handelt es sich ja um die unerlässlichen anatomischen Grundlagen für die richtige Beurtheilung der gesammten physiologischen Leistungsfähigkeit. Man hat das Seelenleben, das sich bei Mensch und Thier an diesem Muskelwalle abspielt, so vielfach und eingehend verfolgt, dass es wohl endlich an der Zeit erscheint, die anatomischen Vorstellungen, von denen man sich dabei leiten liess, einer etwas schärferen Probe auf ihre Zulässigkeit als die bisherige zu unterziehen.

Wer einmal dieses Fasergewirr zu lösen versucht hat, der weiss, dass von einem gewissen Punkte an die feinste Scalpellspitze und die geschickteste Technik daran zu Schanden werden. Ihm auf diese Weise beizukommen, ist baare Unmöglichkeit. Es giebt nur ein Mittel, das weiter zu führen vermag, die mikroskopische Untersuchung systematisch angelegter, geschlossener Schnittreihen. Man scheint davon bis jetzt noch keinen Gebrauch gemacht zu haben. Nachdem ich es gethan, hoffe ich, nicht allein für den menschlichen Organismus an die Stelle der bisherigen eine bessere Erkenntniss setzen zu können, sondern namentlich auch zu vergleichend anatomischer Untersuchung anzuregen. Ist es schon an und für sich von Interesse, die Differenzirungsgeschichte einer dem Seelenleben so nahe stehenden Muskelgruppe zu verfolgen, so ist es hinwiederum nicht unberechtigt, von möglicherweise einfacheren und durchsichtigeren Formen bei Thieren eine Förderung des Verständnisses für die so verwickelten des Menschen zu erwarten.

Bei Muskeln ist eine Aenderung der Architectur während des Wachsthums kaum anzunehmen. Meine Untersuchungen beschränkten sich daher aus technischen Gründen auf die Mundtheile von Neugeborenen. Diese werden in Alkohol gehärtet und dann vermittelst des Mikrotomes in passende Scheiben zerlegt. Senkrecht und parallel zur Mundspalte geführte Dickenschnitte erweisen sich am dankbarsten. Mit Flächenschnitten ist wenig anzufangen und Schrägschnitte lohnen nur ausnahmsweise die Arbeit.

Ueber die systematische Eintheilung der Mundmuskulatur kann ich mich kurz fassen. Wie sich auch deren feineres Gefüge verhalten mag, aus praktischen Gründen wird es immer zweckmässig sein, den fleischigen Randwulst der Mundspalte zu einem Ringmuskel (M. orbicularis) zu gestalten und die ausserhalb gelagerten selbständigen Faserzüge als ebensoviele Muskeln besonders

zu benennen. Von solchen anerkenne ich, um mich der einfachsten Nomenklatur zu bedienen, die nach den Lippenrändern auslaufenden Quadrati, sowie die strahlig zum Mundwinkel gestellten Triangulares sup. und inf., den Zygomaticus und Risorius. Alles, was sonst noch an Muskeln beschrieben und benannt worden ist, geht ohne Zwang in den genannten auf.

Der Knotenpunkt der ganzen Angelegenheit liegt am Mundwinkel. Hier treffen die sämmtlichen Muskeln der seitlichen Gesichtsgegend mit dem Ringmuskel zusammen. Wie stehen sie zu einander? Halten sich ihre Fasern von einander gesondert oder laufen sie ohne Unterbrechung in einander fort? Jede der beiden Auffassungen hat ihre Anhänger gefunden. Ich selbst[1]) habe mich gleich Henle[2]) für eine völlige Unterbrechung ausgesprochen und die gegenseitige Verknüpfung einem eingeschobenen Sehnenknoten zugeschrieben. Henke[3]) nimmt zwar im allgemeinen den entgegesetzten Standpunkt ein, bekennt sich aber doch wenigstens zur Annahme einiger sehniger Commissuren. Nachdem ich jetzt das betreffende Gebiet nach allen Richtungen auf das sorgfältigste mikroskopisch durchforscht habe, kann ich nicht einmal solchen beschränkten Commissuren, geschweige denn einem umfänglicheren Sehnenknoten die geringste Berechtigung zugestehen. Zygomaticus und Risorius entbehren überhaupt jeglicher Fortsetzung über den Mundwinkel hinaus. Sie enden, wie später des genauern dargethan werden soll, an ihm selbst. Anders die beiden Triangulares und der Buccinatorius. Diese dringen ohne irgendwelche Unterbrechung nach vorgängiger Durchkreuzung ihrer Faserzüge vor, der Triangularis inf. und die ihm benachbarte Hälfte des Buccinatorius in die Oberlippe, der Triangularis sup. sammt dem Reste des Buccinatorius in die Unterlippe[4]). Sie allein bilden somit die Grundlage für den Orbicularis. Zygomaticus und Risorius haben an diesem

1) Der Bau des menschlichen Körpers. Leipzig, 1871.

2) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. 1. Braunschweig, 1855.

3) Die obern und untern Muskeln der Lippen. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungschichte. 1. Jahrg. Leipzig, 1875.

4) Ich lasse es dahingestellt, ob und in welcher Ausdehnung Randfaserbündel des Buccinatorius der Kreuzung entgehen. Für die Architectur des Orbicularis ist die Frage von untergeordnetem Belange.

keinen Theil. Ebensowenig ist ein besonderes, an den Mundwinkeln geschlossenes Ringfasersystem vorhanden. Henke glaubte freilich schwache Andeutungen eines solchen gesehen zu haben und ich selbst huldigte lange Zeit derselben Meinung, bevor ich mich entschliessen konnte, sie als irrthümlich fallen zu lassen. Die dem Lippenrande parallel verlaufenden, und, namentlich in Querschnitten, überall äusserst scharf hervortretenden Muskelbündel gehen an Durchschnitten in der Gegend des Mundwinkels stets eine Strecke weit verloren, was mit der Vorstellung eines geschlossenen Ringmuskels schlechterdings unverträglich ist. Der vielfach behauptete Faseraustausch am Aussenrande von Zygomaticus und Triangularis inf., sowie zwischen diesem und dem Triangularis sup. findet ganz bestimmt nicht statt und Henke hat in dieser Beziehung vollkommen richtig gesehen. Die Triangulares überantworten ihre sämmtlichen Fasern dem Orbicularis.

Es geschieht dies folgendermaassen. Die im ganzen zu platt cylindrischer Masse geordneten Bündel der beiden Triangulares durchflechten sich am Mundwinkel in ziemlich inniger Weise und erzeugen dadurch jenen derben und prallen Knoten, der zwischen Haut und Schleimhaut beim Lebenden wie Todten so deutlich durchzufühlen ist. Zunächst der letztern treten auch die Buccinatoriusfasern in ihn ein und erhöhen das Gewirre der nach verschiedenen Richtungen sich durchkreuzenden Fasergruppen. Diese durchflechten sich namentlich in den tiefern Parthien mattenartig, wenn gleich mit geringer Regelmässigkeit, und ordnen sich erst beim Uebertritte auf die Lippen wieder zu parallelen Strängen. An der Unterlippe geschieht dies in vollständigerer Weise als an der Oberlippe, wo die Neigung zu spitzwinkliger Durchflechtung fordauert. Jene bringt daher auf Durchschnitten die einzelnen Bündel im allgemeinen schärfer und selbständiger zur Geltung als diese. Die Herkunft derselben lässt sich keineswegs überall mit voller Sicherheit nachweisen, doch ist deutlich zu erkennen, wie es ausschliesslich Buccinatoriusfasern sind, welche als kräftiges Bündel dem Lippenrande zunächst zu liegen kommen. Sie rollen sich am Mundwinkel in steilem Bogen, ja oft in der Wendung eines Viertelkreises um die vereinigten Massen der Triangulares herum nach vorn. Sie gestalten sich zu einer nach der Haut hin vorspringenden Randleiste des Orbicularis und reichen bis dicht an die erste Reihe der Haarbälge heran, doch ohne sie irgendwo zu

überschreiten (Fig. 1—3). Sie bilden somit die Unterlage des rothen Lippensaumes als der in der Regel völlig drüsen- und haarlosen Uebergangszone von der Haut zur Schleimhaut.

Der Ringmuskel des Mundes entbehrt also der Selbständigkeit. Er ist die unmittelbare Fortsetzung des Buccinatorius und der beiden Triangulares. Somit befinden wir uns wenigtens mit einem Theile der bisherigen Forscher in Uebereinstimmung. Es handelte sich nur darum, die neu gewonnene Erfahrung zu Gunsten einer der bereits bestehenden Ansichten anderen gegenüber in die Waagschale zu werfen. Weiterhin bahnen wir eigene Pfade; denn alles, was bisher über das Verhalten des Orbicularis im Bereiche der Lippen ist veröffentlicht worden, streift wohl die Wahrheit in einzelnen Punkten, bringt sie aber keineswegs voll zur Geltung. Anders als mit Hülfe des Mikroskopes war solches auch gar nicht zu erreichen.

Zwei Ansichten stehen sich schroff gegenüber. Nach der einen, und diese zählt die Mehrzahl der Schriftsteller zu ihren Anhängern, fliessen die Fasern des Orbicularis von beiden Seiten her in der Mittellinie continuirlich zusammen, nach der anderen, welche Langer[1]) als Urheber nennt, findet dies nicht statt und eine Endigung in der Haut wird dann für alle zur Nothwendigkeit. Manche von ihnen sollen dabei auf die gegenüberliegende Seite treten und sich mit den von dieser ausgehenden in der Mittellinie überkreuzen. Beide Ansichten treffen das Richtige nur zur Hälfte. Der Orbicularis enthält eben durchaus ungleichartige Elemente. Die einen sind wirklich durchgehende und bleiben ihm in der ganzen Länge der Lippe getreu, die anderen gehören ihm nur streckenweise an und treten später zur Haut über. Ersteres gilt vor allem für die Faserzüge des Lippenrandes. Von diesen tritt kein einziger mit der Haut in nähere Beziehung und sie überschreiten die Mittellinie ohne alle Unterbrechung. In etwas grösserer Entfernung von der Mundspalte folgen nur noch die tiefern Faserlagen diesem Beispiele, die oberflächlicheren gehen zur Haut (Fig. 4). Schliesslich thun auch jene das Gleiche, so dass in den äusseren Parthien des Muskels durchgehende Fasern überhaupt gar nicht mehr vorkommen (Fig. 5).

---

1) Ueber den Musculus orbicularis oris. Medicin. Jahrbücher, Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, 1861. — Ferner: Lehrbuch der Anatomie. Wien 1865.

Der Charakter der Orbicularisfasern schlägt somit von innen nach aussen ins Gegentheil um. Worauf beruht dies? Wir haben uns allerdings zu dem Geständnisse genöthigt gesehen, dass es nicht möglich sei, die Herkunft der Orbicularisfasern durchweg festzustellen. Aber bedenken wir, dass diejenigen des freien oder inneren Randes unstreitig dem Buccinatorius angehören und dass dieser letztere in seiner ganzen Anordnung eine tiefere Lage besitzt als die beiden Triangulares, so muss es zum Mindesten als höchst wahrscheinlich gelten, dass alle durchgehenden Fasern Angehörige des ersteren, alle zur Haut gehenden solche der letzteren seien. Beide Gruppen würden dann zur Bildung der mittleren Abschnitte des Orbicularis gemeinschaftlich beitragen. Den Innenrand dagegen zunächst der Mundspalte besässen ausschliesslich Angehörige des Buccinatorius, den entgegengesetzten Aussenrand solche der Triangulares.

Von Wichtigkeit ist die Thatsache, dass der Uebertritt der Triangularisfasern in die Haut nicht in der ganzen Breite der Lippen erfolgt, sondern sich im allgemeinen auf deren Mitte beschränkt. Dabei gilt auch als Regel, dass die Fasern nicht auf der Seite ihres Ursprungs, sondern auf der entgegengesetzten, also nicht diesseits, sondern jenseits der Medianebene ihr Ende finden. In letzterer überkreuzen sich die beidseitigen Gruppen in ungemein zierlicher und regelmässiger Weise (Fig. 4 und 5) und zwar so, dass ihre Fasern mit zunehmender Entfernung vom freien Lippenrande auch weiter über die Mittellinie hinausgreifen. Ihre ersten Ansätze kommen immer dicht neben die letztere zu liegen. Während somit gekreuzte Fasern am freien Lippensaume gänzlich fehlen, erweitert sich ihr Gebiet nach dem angewachsenen Lippenrande hin in sagittaler und transversaler Richtung mehr und mehr. Im allgemeinen entspricht es dem von den beidseitigen Quadrati eingefassten Raum, doch sei gleich bemerkt, dass es dessen Grenzen eine Strecke weit überschreitet und dadurch mit den Randparthien der genannten Muskeln zusammenfällt. An der Unterlippe ist die Kreuzung weitaus zierlicher und klarer als an der Oberlippe. Die Bündel liegen eben dort weniger dicht beisammen als hier. Zudem sind sie regelmässiger angeordnet und kräftiger gehalten. Longitudinale Dickenschnitte durch die Unterlippe in verschiedener Entfernung von dem freien Rande empfehlen sich daher ganz besonders zur Darlegung dieser merkwürdigen Verhältnisse.

Einem etwas geübteren Auge bietet auch die Oberlippe volle Befriedigung.

Nicht alle Fasern der Triangulares gelangen zur Kreuzung. Eine Minderzahl endet auf der Seite des eigenen Ursprungs, doch immerhin dicht an der Medianebene. Die Thatsache ist an der Unterlippe leicht festzustellen. Umgekehrt giebt es auch Fasern, die nach der Kreuzung bis in die Nähe des gegenüberliegenden Mundwinkels vordringen. Ihre Zahl ist immer nur eine geringe und kömmt neben derjenigen der Fasern, die sich in der Nähe der Medianebene halten, kaum in Betracht.

Die Ausstrahlung der zuvor einander parallelen Fasern geschieht in Fächerform. Die ersten laufen in ziemlich steilem Bogen fast senkrecht zur Haut nach vorn, die folgenden beschreiben immer flachere Bogen und treffen unter immer spitzerem Winkel auf ihr Ziel.

Ganz anders als die Triangulares verhält sich der Zygomaticus. Derselbe betheiligt sich gar nicht, wie man allgemein anzunehmen scheint, an der Bildung des Orbicularis. Er endet vielmehr am Mundwinkel selbst, und zwar gleichzeitig an dessen Aussen- und Innenfläche. Er zerfällt am Aussenrande der sich kreuzenden Triangulares in ein oberflächliches, schwächeres und ein tieferes, stärkeres Bündel (Fig. 6). Jenes geht vor den Triangulares vorbei direct zur Haut. Dieses dringt durch die Triangulares hindurch zur Tiefe und legt sich so dicht an den Buccinatorius an, dass es mit ihm eine einheitliche Masse zu bilden scheint. Nichtsdestoweniger ist seinen Fasern ein anderes Ziel als denen seines Genossen gesetzt. Die einen durchbrechen, wie an gelungenen Horizontalschnitten mit grosser Deutlichkeit zu sehen ist, spitzwinklig die Buccinatoriusschicht, um in der Schleimhaut der Umgebung des Mundwinkels zu enden. Die anderen umschlingen das Triangularisbündel in steilem Bogen von innen her nach vorn und treten zur Haut. In Gemeinschaft mit dem vorderen Bündel des Zygomaticus bilden sie somit eine Schlinge, durch welche die vereinigten Massen der beiden Triangulares hindurchlaufen. Da, wie bereits angegeben wurde, die Fasern des Buccinatorius am Mundwinkel ebenfalls in starkem Bogen nach vorn ziehen, so liegt, zumal auf Horizontalschnitten, die Gefahr nahe, sie mit Angehörigen des Zygomaticus zu verwechseln. Die verschiedene Endigungsweise unterscheidet sie bestimmt. Der Zygomaticus rollt den Mund-

winkel nach hinten und aussen und zieht die ihm zunächst liegende Schleimhautfläche trichterförmig ein. Sein Werk ist es, wenn manche Schriftsteller einen Theil der Buccinatoriusfasern in die Schleimhaut des Mundwinkels ausstrahlen lassen. Solches geschieht, wie ich an zahlreichen Schnitten zu beobachten Gelegenheit hatte, niemals.

Wenig ist über den Risorius zu sagen. Soviel ich gesehen habe, enden seine Fasern, nachdem sie die Vorderfläche der Triangulares überkreuzt haben, seitlich in der Haut des Mundwinkels.

Risorius und Zygomaticus gehören also zu einem ganz andern Fasersystem als die Triangulares und es ist durchaus fehlerhaft, sie den letztern desshalb beizugesellen, weil sie mit ihnen am Mundwinkel in radiärer Anordnung zusammentreffen. Durch ihre Endigungsweise bekennen sie sich unzweideutig als Verwandte der Quadrati und gleichsam als Bindeglieder zwischen Quadratus sup. und inf.

Henke behauptet von den letztern, dass sie vom Orbicularis durchaus unabhängig seien und ihre sämmtlichen Fasern vor demselben mit der Haut in Verbindung setzten. Es ist dies nicht richtig. Der Quadratus inf. schickt gar nicht wenige seiner Faserzüge durch den Orbicularis hindurch rückwärts zur Schleimhaut in der Nähe des Lippenrandes (Fig. 2). Vom Quadratus sup. wollte es mir nicht gelingen, in dieser Hinsicht ein völlig unzweideutiges Bild zu gewinnen. Ein gleich genauer zu schilderndes Fasersystem wirkt hier allzu störend. Dagegen verflechten sich beide Quadrati mit denjenigen Parthien des Orbicularis, die nach vorn zur Haut umbiegen. Es sind ihre medialen Faserbündel, die von diesem Schicksale betroffen werden.

Wir haben es bisher mit allbekannten Faserzügen zu thun gehabt und unsere Aufgabe bestand wesentlich nur darin, deren Anordnung und Verlaufsweise genauer, als es nach den bisher gebräuchlichen Methoden geschehen konnte, festzustellen. Sie erzeugen den hauptsächlichsten, doch keineswegs den einzigen Bestandtheil des Orbicularis. Ihnen zur Seite tritt noch ein eigenthümliches, reiches System von Muskelbündeln, die mit völliger Umgehung des Skeletes nahe dem Lippenrande in gestrecktem, vorherrschend sagittalem Verlaufe durch den Orbicularis hindurch die Haut direct mit der Schleimhaut verknüpfen. Ohne Anwendung des Mikroskopes müssen sie als austretende Elemente

des Orbicularis angesehen werden und die so vielfach, namentlich auch von Langer, aufgestellte Behauptung, dass letzterer in der ganzen Lippenbreite mit der Haut in Verbindung trete, ist hauptsächlich auf sie zurückzuführen.

In der Literatur finde ich ihrer an einer einzigen Stelle Erwähnung gethan. Klein[1]) theilt mit, dass man sich durch gut geführte Schnitte überzeugen könne, wie ein Theil der Muskelfasern, welche in die Cutis aus dem Orbicularis übertreten, einem eigenen System angehören, dessen Elemente in den Zwischenräumen der ersten 5—7 übereinanderstehenden Reihen von Haarbälgen beginnen, sich im subcutanen Gewebe zu 4—5 Bündelchen ordnen und in sehr mässig gekrümmtem Bogen zwischen den Bündeln des Sphincter hindurchziehen, um schliesslich fächerförmig in die Schleimhaut selbst, selten in deren Uebergangstheil einzugehen. Klein bezeichnet das System als Compressor labii, spricht sich übrigens über dessen genaueres Verhalten nur so weit aus, dass er es in der Medianlinie der Unterlippe stärker ausgebildet sein lässt als an den Seitentheilen, was für die Oberlippe, wo es überhaupt schwächer sei, in umgekehrtem Sinne gelte. An den Seitentheilen soll seine Richtung radiär zur Mundspalte sein.

Diese Angaben bedürfen in mehrfachen Punkten der Erweiterung und theilweise auch der Berichtigung. Sie reichen keineswegs hin, um uns ein vollständiges Bild dieses so lange übersehenen Lippenmuskels zu verschaffen. Namentlich lassen sie vollständig darüber im Unklaren, in welcher Ausdehnung austretende Orbicularisfasern durch sie vorgetäuscht werden. Darauf kommt es aber gerade an; denn obgleich der Darstellung durch das Scalpell unzugänglich, so spielt die ganze Fasergruppe doch sicher im Mechanismus der Lippen eine keineswegs unwichtige Rolle, indem sie dieselben der Dicke nach zusammenpresst. An und für sich ist daher auch gegen die von Klein gewählte Benennung eines Compressor labii nichts einzuwenden und nur der Wunsch, überhaupt mit allen, zum Theil völlig unzutreffenden, wenn gleich allgemein gebräuchlichen, physiologischen Namen der Mundmuskeln aufzuräumen, veranlasst mich, eine andere und zwar diejenige eines geraden Lippenmuskels (M. Rectus labii) vorzuschlagen.

---

1) Stricker, Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen und der Thiere. Leipzig, 1871. 1. Bd. S. 359.

Derselbe gehört dem Randtheile der beiden Lippen in deren ganzen Breite an und überschreitet ihn seitlich nach der Wange hin nur um weniges. Im Gegensatze zu all seinen Nachbarn entbehren seine Faserbündel des geschlossenen Bestandes. Sie ordnen sich in kurzen Abständen zu fortlaufender, ziemlich dichter Reihe (Fig. 4). Sie durchsetzen dabei sämmtlich platt oder rundlich den Randtheil des Orbicularis, soweit derselbe von durchgehenden Fasern gebildet wird und täuschen gerade dadurch einen Austritt der letzteren nach der Haut hin vor. Zunächst der Medianebene ist ihr Verlauf ein schräger, nach der Schleimhaut hin absteigend an der Oberlippe, in gleicher Richtung aufsteigend an der Unterlippe (Fig. 1—3). Ihr Hautende reicht vom ersten Haarbalge bis zum 10. oder 14. hin. In der Schleimhaut rücken sie von den ersten Traubendrüsen, zwischen welchen sie zum Theil durchtreten, bis zum höchsten Punkte der Lippen vor. Gegen den Mundwinkel zu wird ihr Verlauf mehr und mehr ein sagittaler, indem sie auf Seiten der Schleimhaut nicht mehr so nahe an die Mundspalte herantreten. Am Mundwinkel selbst treffen sie auf die nach vorn biegenden Fasern des Zygomaticus und Buccinatorius und können bei oberflächlicher Betrachtung leicht damit verwechselt werden. Hier namentlich laufen sie nicht selten mehr oder weniger schräg oder wohl auch gebogen von vorn nach hinten; die von Klein behauptete radiäre Anordnung habe ich indessen nie beobachtet. Ebensowenig kann ich ihm beistimmen, wenn er den Muskel der Oberlippe für im ganzen schwächer als den der Unterlippe erklärt. Ich habe nicht selten den entgegengesetzten Eindruck gehabt, will indessen auf eine allfällige Grössenverschiedenheit überhaupt kein besonderes Gewicht legen. Seine Stärke nimmt an beiden Lippen von der Mitte nach den Enden hin, doch nur sehr langsam, ab. In gleichem Maasse sammeln sich seine anfangs zerstreuten Bündel zu einer mehr einheitlichen Masse. Auch jenseits des Mundwinkels bleiben beide Muskeln streng von einander geschieden.

Die Fasern des Rectus labii verflechten sich auf der Hautseite innig mit den Enden der beiden Quadrati (Fig. 2 u. 3). Wo Theile derselben, wie an der Unterlippe, statt zur Haut, durch den Orbicularis hindurch zur Schleimhaut gehen, geschieht dies stets zunächst den dem Lippenrande fernsten Bündeln des Rectus.

Gerade daraus erwächst die Schwierigkeit, die beiden Fasersysteme in allen Fällen streng auseinanderzuhalten.

Sammeln wir schliesslich die einzelnen Striche unserer Darstellung zu einem einheitlichen Bilde, so fällt dasselbe freilich von all den bisher der Mundmuskulatur zugeschriebenen verschieden genug aus.

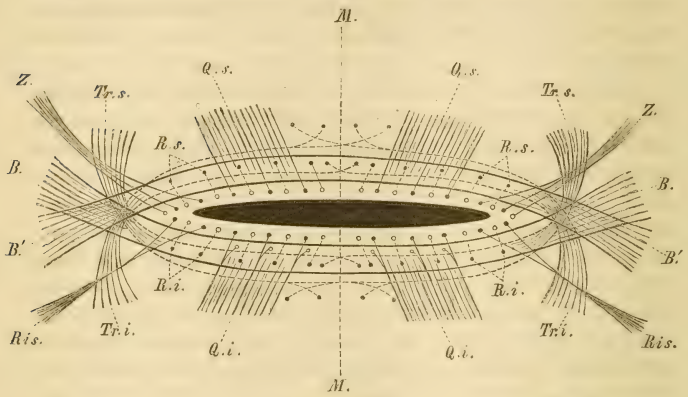
Vor allem muss nochmals hervorgehoben werden, dass der Orbicularis, wenngleich in einer ganz anderen Richtung, als man bisher so vielfach angenommen hat, im Rectus labii einen wirklichen Eigenmuskel besitzt, der seine Grenzen nach keiner Seite hin überschreitet. Seine Hauptmassen und seine morphologisch wie physiologisch grundlegenden Elemente bezieht er allerdings von aussen her. Ihrem Verlauf nach scheiden sich diese wieder in solche mit und solche ohne Kreuzung. Bei letztern ist des weitern darauf zu achten, ob die Kreuzung nur in vertikaler Richtung am Mundwinkel, oder auch der Quere nach in der Mitte der Lippen stattfindet. Mit Berücksichtigung dieser Punkte lässt sich folgende Tabelle aufstellen:

1) Muskeln mit Kreuzung der Fasern.
   a. Einfache Kreuzung am Mundwinkel: Buccinatorius.
   b. Doppelte Kreuzung am Mundwinkel und in der Lippenmitte: Triangularis sup. und inf.
2) Muskeln ohne Kreuzung der Fasern.
   Quadratus sup. und inf. — Zygomaticus. — Risorius.

Characteristische Unterschiede zeigt auch die Endigungsweise. Die einfach gekreuzten Fasern kümmern sich weder um die Haut noch um die Schleimhaut, die doppelt gekreuzten wenden sich einseitig der Haut zu. Die ungekreuzten allein lassen Haut und Schleimhaut gleichzeitig, immerhin mit Bevorzugung der ersteren, ihre Fürsorge angedeihen. Sie verlegen dabei das Feld ihrer Thätigkeit vorzugsweise auf das Ende der Lippen und überlassen deren Mitte ihren doppelt gekreuzten Genossen.

Von besonderer Wichtigkeit ist, dass die Triangulares den freien Lippenrand ausschliesslich dem Besitze des Buccinatorius und der ungekreuzten Fasern überlassen. Sie bilden gleichsam einen äusseren Rahmen, der nach der Mundspalte zu von den übrigen Muskeln überragt wird. Diesen Randtheil durchspicken dann noch in sagittaler Richtung die zahlreichen Bündel des Rectus. Das

nachfolgende Schema ist geeignet, diese Sachlage in möglichst durchsichtiger Weise zu veranschaulichen.



Schematische Darstellung der Mundmuskulatur.

MM Medianebene; BB' Buccinatorius; Z Zygomaticus; Ris Risorius; Tr s Triangularis sup.; Tr i Triangularis inf.; R s Rectus labii sup.; R i Rectus labii inf.; Q s Quadratus sup.; Q i Quadratus inf. — Die dunkeln Kreise entsprechen den Ansätzen an der Haut, die hellen denjenigen an der Schleimhaut. — Auf die spezielle Topographie wurde im Interesse der Uebersichtlichkeit keine Rücksicht genommen.

Aus der geschilderten Anordnung der Muskeln ergeben sich die physiologischen Schlussfolgerungen von selbst. Einige der wichtigsten Punkte verdienen immerhin besonders namhaft gemacht zu werden. Die Mundöffnung besitzt in den Triangulares ein System von circulären, in den Quadrati, dem Zygomaticus und Risorius ein solches von radiären Fasern. Beide sind reine Antagonisten, jene im Sinne von Verengern, diese in solchem von Erweiterern. Die Viertheilung des circulären Fasersystems mit streckenweiser Verschränkung der benachbarten Gruppen gestattet ebensowohl ein einheitliches Zusammenwirken als auch gesonderte Thätigkeit der einzelnen Bezirke. Durch verschiedenartige Combination mit den radiären Muskeln wird die Mannigfaltigkeit der zu erzielenden Nutzeffecte natürlich um ein bedeutendes gesteigert. Der Buccinatorius behauptet eine Mittelstellung. Er verengert die

Mundöffnung in senkrechter und erweitert sie in querer Richtung. Gleichzeitig rollt er in Folge seiner starken Biegung am Mundwinkel den Lippenrand nach hinten. Er wird hierin durch den Zygomaticus unterstützt. Er gestaltet sich dadurch zu einem Antagonisten für die übrigen radiären Muskeln, welche die Lippen nach aussen umkrempen. Es ist bedeutungsvoll, dass der freie Lippenrand sich im ausschliesslichen Besitze dieser beiden Fasergruppen befindet und die eigentlichen Schnürer erst in grösserer Entfernung auftreten. Der Rectus labii besitzt wohl kaum eine selbständige Thätigkeit. Dagegen ist er jedenfalls im Stande, die Prallheit und Festigkeit des Lippenkörpers durch seine Beihülfe zu fördern.

Nach dem Gesagten bedarf es wohl kaum des besondern Hinweises darauf, wie völlig verkehrt die Bezeichnungen der beiden Triangulares als Heber und Senker des Mundwinkels sind, wie sehr es geboten ist, sie ein für allemal zu beseitigen. Man hat für den Buccinatorius den Ausdruck des Buccolabialis vorgeschlagen. Nach dem Verlaufe seiner Fasern gewiss mit vollem Rechte. Nichtsdestoweniger halte ich es für besser, bei dem alten Ausdrucke des Buccinatorius zu verbleiben. Denn legt man einmal Gewicht darauf, dem Verhalten der Muskelfasern in ihrer ganzen Ausdehnung Rechnung zu tragen, so ist doch gewiss kein Grund vorhanden, solches nur dem Buccinatorius und nicht auch den Triangulares gegenüber zu thun. Man müsste dann auch diese anders benennen und ihnen beispielsweise nach dem Vorschlage von Henke die Bezeichnung der Circumflexi beilegen. Ich bezweifle, dass damit viel gewonnen wäre, und bin der Meinung, dass dem praktischen Bedürfnisse einer verständlichen Darstellung durch die Beibehaltung eines Orbicularis und von aussen an denselben herantretender Muskeln ein weit besseres Genüge geleistet wird. Die Triangulares und der Buccinatorius werden nach wie vor fortfahren, vor ihrem Eintritte in den muskulösen Randwall der Mundöffnung so gut wie die Quadrati und Genossen den Eindruck selbständiger Muskelindividuen zu machen. Ihn zu verflachen dürfte mehr Nachtheil als Vortheil bringen.

Ich will nicht schliessen, ohne nochmals auf das grosse Interesse hinzuweisen, welches die vergleichend anatomische Untersuchung der Muskulatur der Mundspalte bieten müsste. Was bisher darin geleistet worden, genügt kaum den bescheidensten An-

sprüchen. Eine wissenschaftliche Physiognomik auf anatomischer Grundlage muss aber so lange frommer Wunsch bleiben, als das Mikroskop nicht Licht in das noch vorhandene Dunkel gebracht und die bisher benutzten verschwommenen Umrisse durch klar und scharf gezogene Linien ersetzt hat.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXIV.

Fig. 1. Medianschnitt der Unterlippe.
Fig. 2. Senkrechter Dickenschnitt der Unterlippe seitlich von der Medianebene.
Fig. 3. Senkrechter Dickenschnitt der Oberlippe seitlich von der Medianebene.
Fig. 4. Horizontaler Dickenschnitt durch die Mitte der Unterlippe in geringer,
Fig. 5. in grösserer Entfernung vom freien Lippenrande.
Fig. 6. Horizontaler Dickenschnitt durch den Mundwinkel.

c Cutis mit Haarbälgen. — m Mucosa, in Fig. 1—3 mit Schleimdrüsen (gl). — B Buccinatorius. — Tr Triangularis. — Q Quadratus. R Rectus. — Z Zygomaticus. — Ris Risorius.

Sämmtliche Figuren sind vermittelst des Scioptikons mit vorgesetztem Prisma in ihren Grundzügen genau nach den Präparaten entworfen und dann an der Hand des Mikroskopes in den Einzelheiten ausgearbeitet worden.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

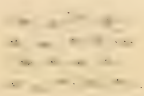


Fig. 5.

Fig. 6.

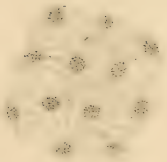
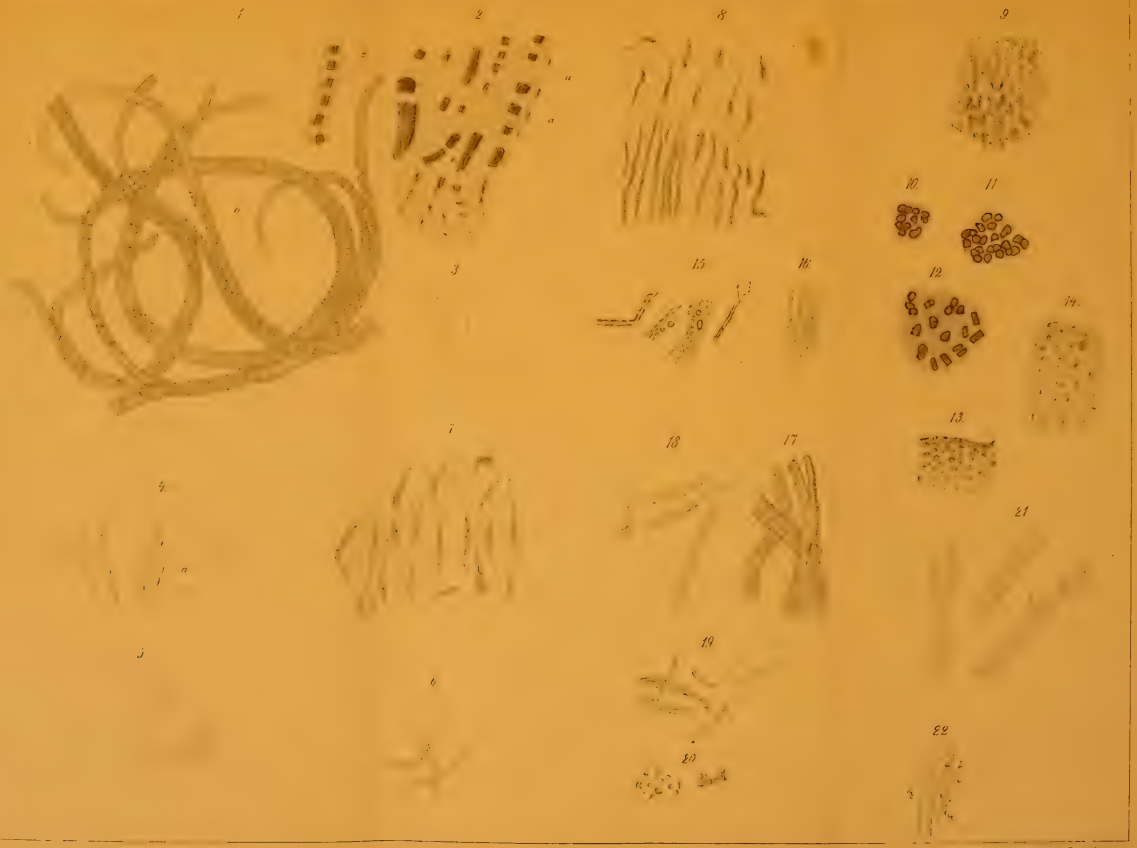


Fig. 7.



Lith. Anst. v. L. Rack, Leipzig

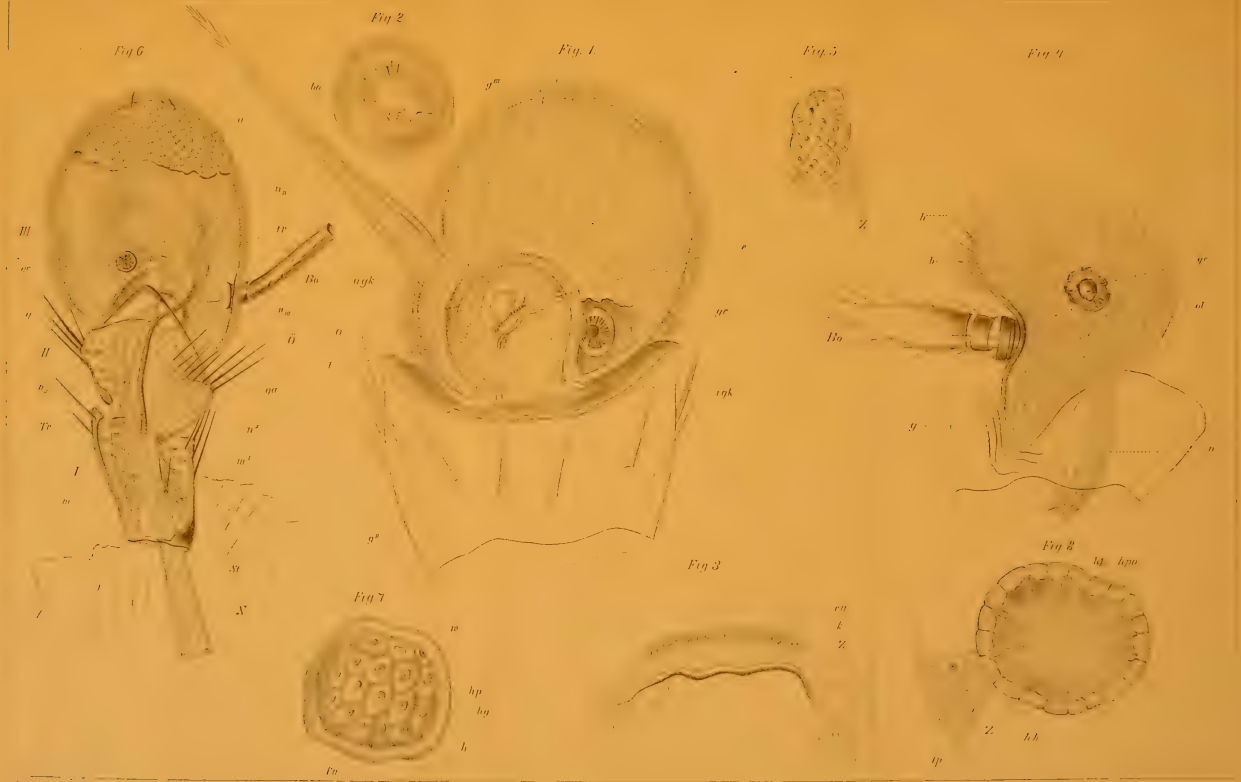


Fig. 6
Fig. 2
Fig. 1.
Fig. 5
Fig. 4
Fig. 7
Fig. 3
Fig. 8
Graeser, ad nat. del.

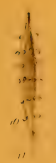


Fig. 9.

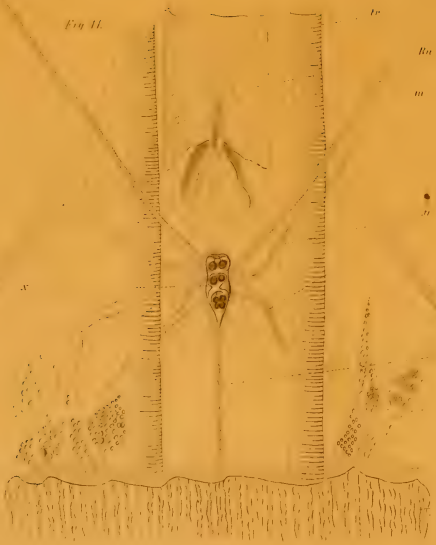


Fig. 11.

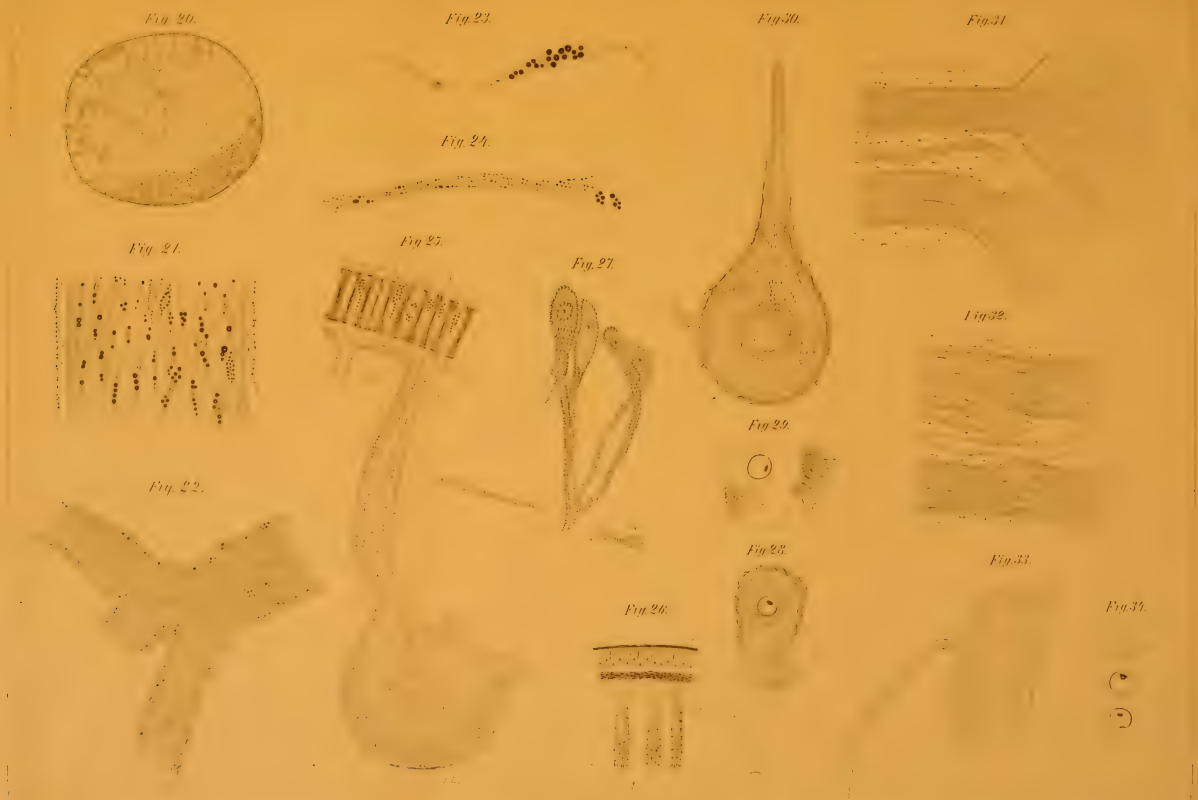
Fig. 10.

Fig. 13.

Fig. 12.

Fig. 14.

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig. 14
Fig. 15
Fig. 16
Fig. 17
Fig. 18
Fig. 19



M. Schultze del.

Lith. Anst. v. C. Bach, Leipzig

Fig. 1.

Fig. 2.

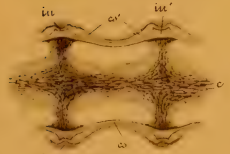


Fig. 3.

Fig. 8.

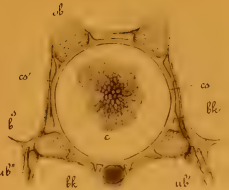


Fig. 4.

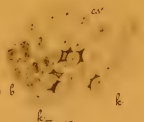


Fig. 13.

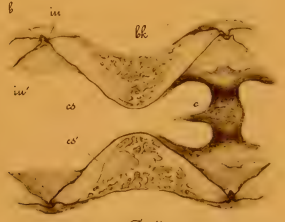


Fig. 7.

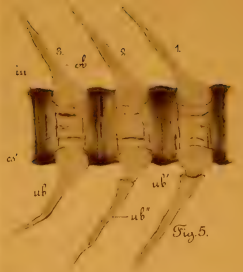


Fig. 5.

Fig. 6.

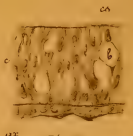


Fig. 12.

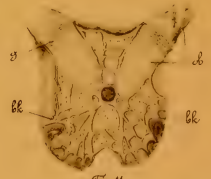


Fig. 11.

Fig. 9.

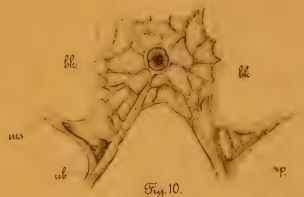


Fig. 10.

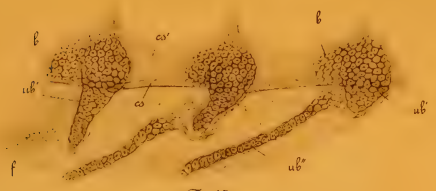


Fig. 15.

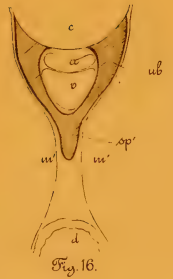


Fig. 16.

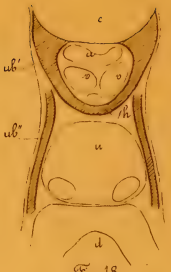


Fig. 18.

Fig. 20.

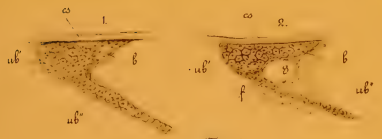


Fig. 14.

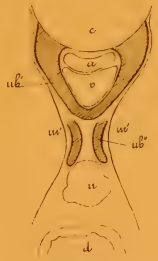


Fig. 17.

Fig. 19.

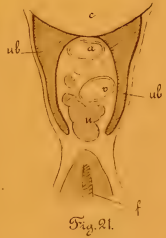


Fig. 21.

Fig. 25.

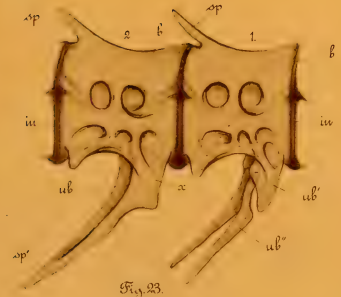


Fig. 23.

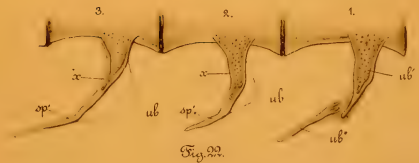


Fig. 22.

Fig. 24.

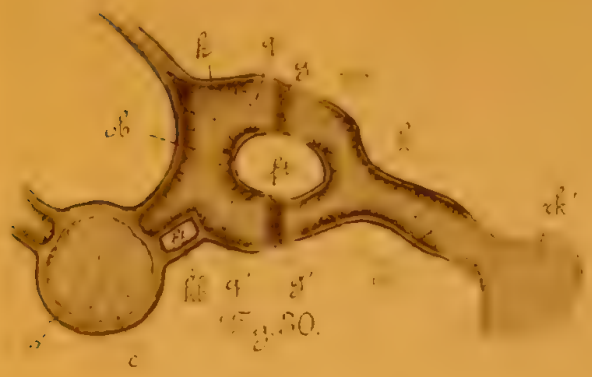


Fig. 30.

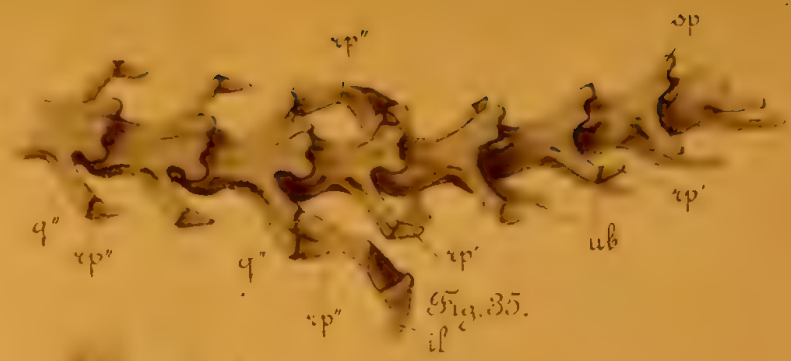


Fig. 35.

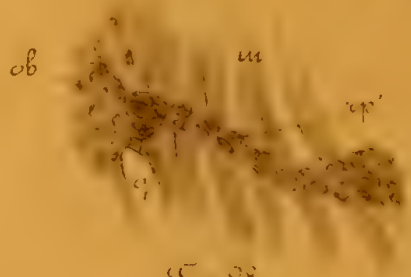


Fig. 28.

Fig. 31.

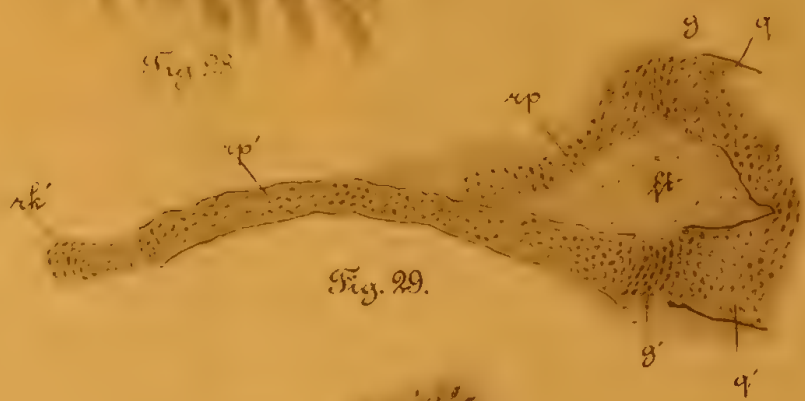


Fig. 29.

Fig. 32.

Fig. 27.

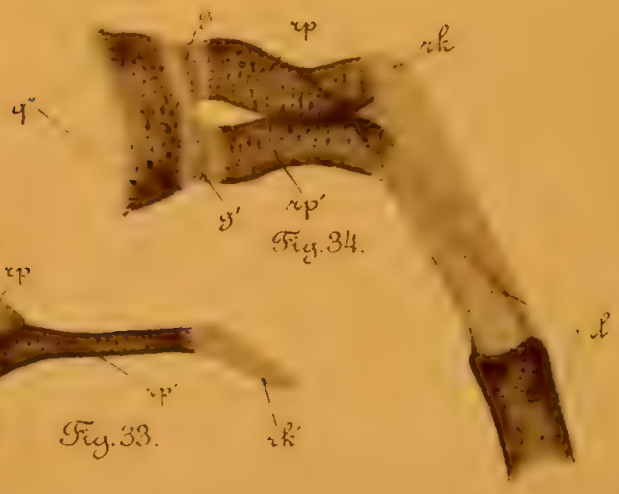
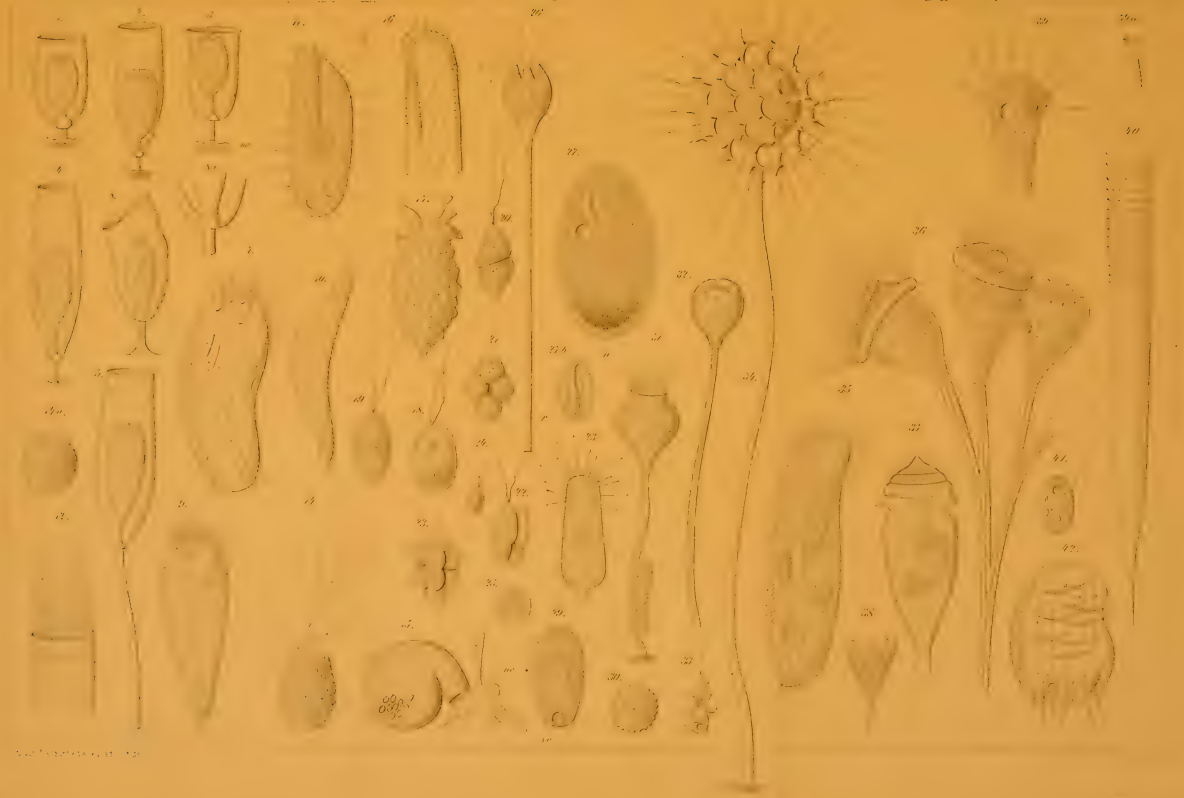
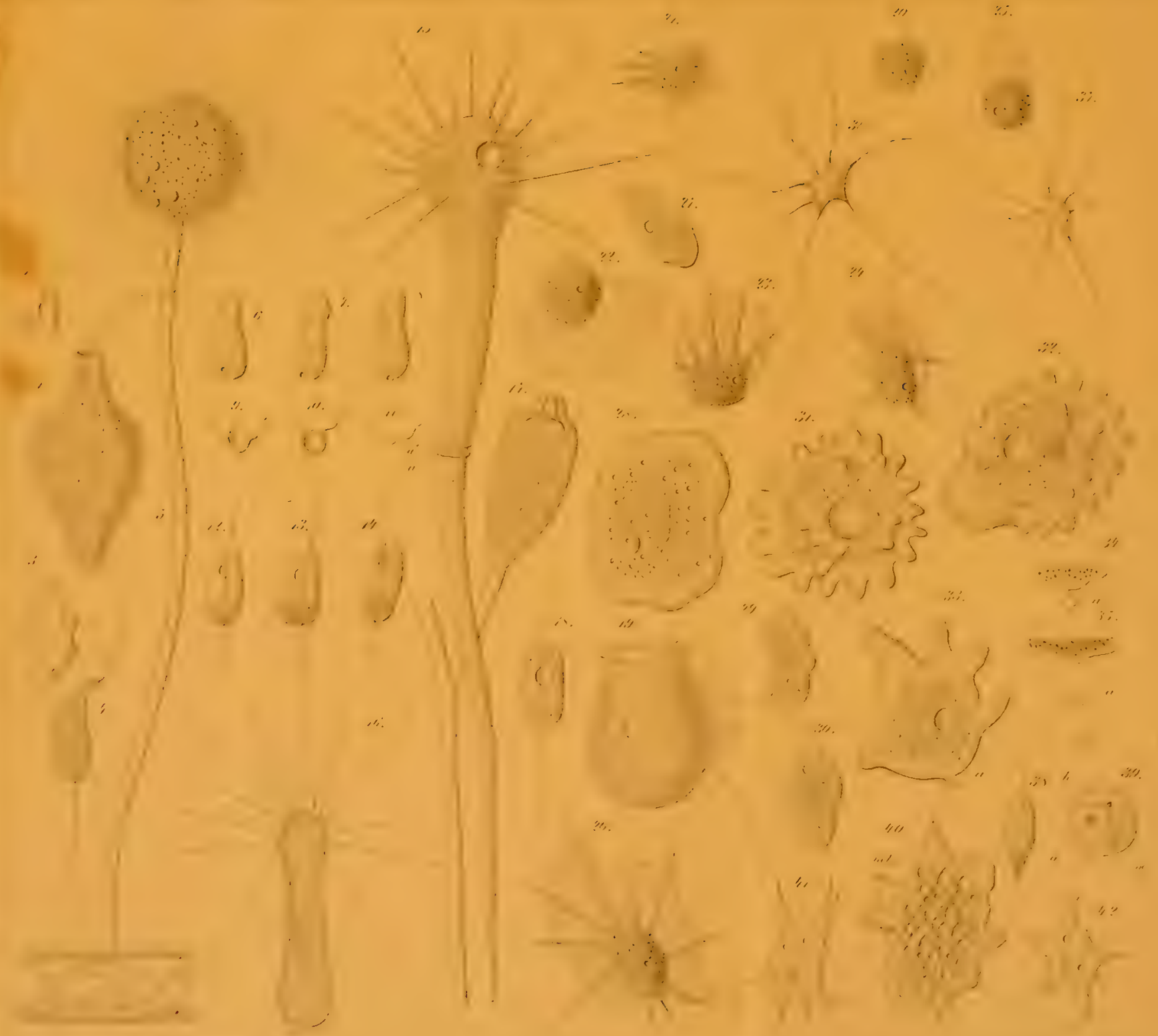


Fig. 34. Fig. 33.

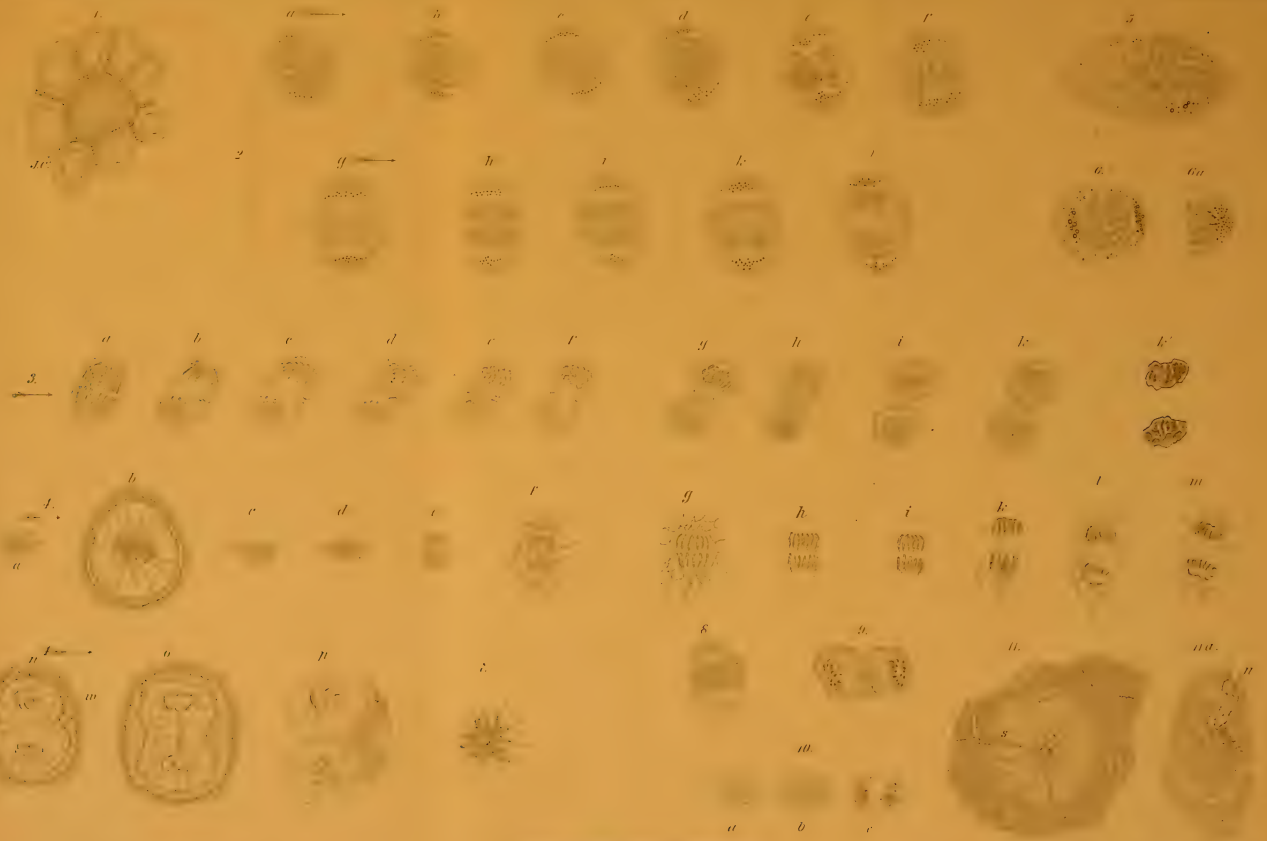
Fig. 26.





Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Ruhende Kerne, Salamandra u. A.



Lebende Zelltheilungen, Salamandra.

Lith. W. Flemming.

Zelltheilungen, Salamandra.

Zelltheilungen, Salamandra.

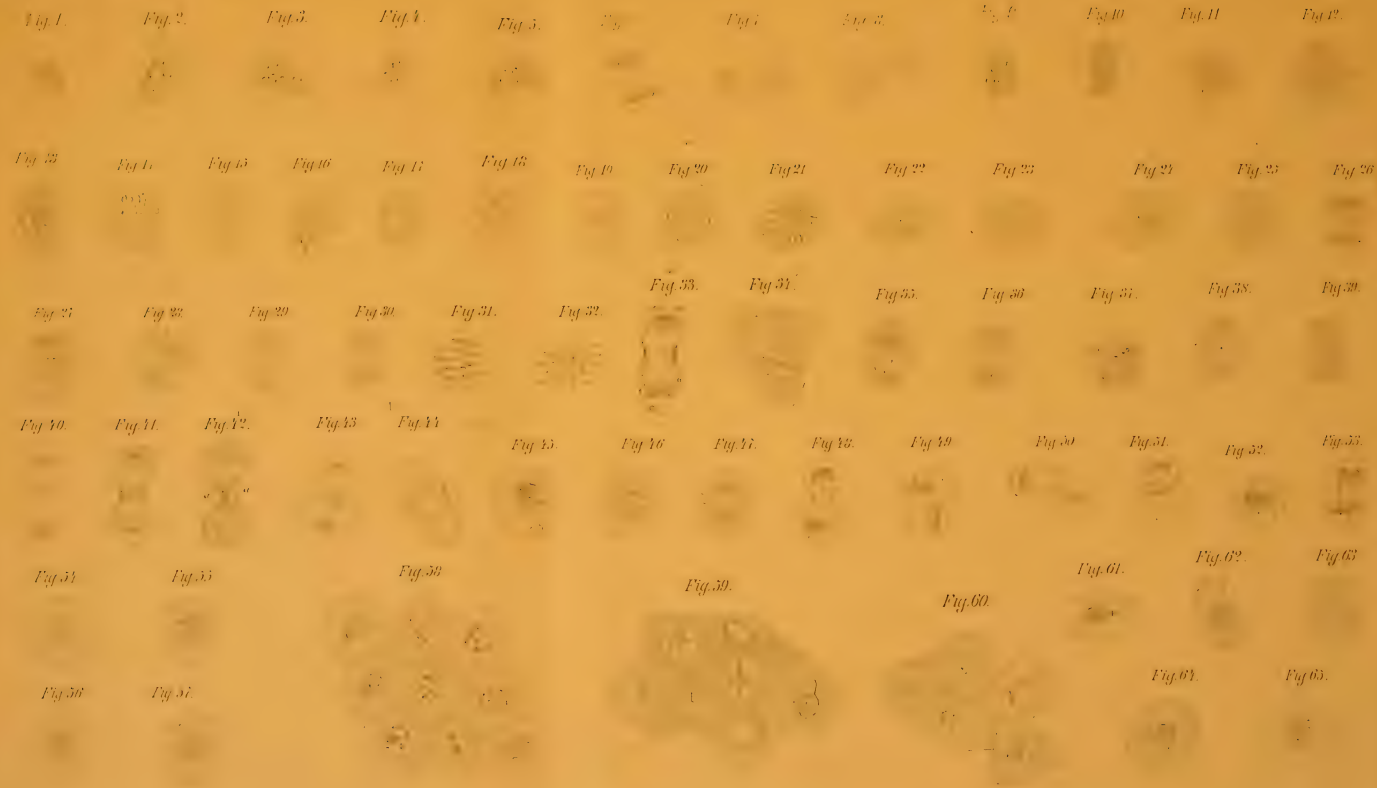


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.

Fig. 10.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 12.

Fig. 6.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 11.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Fig. 1.

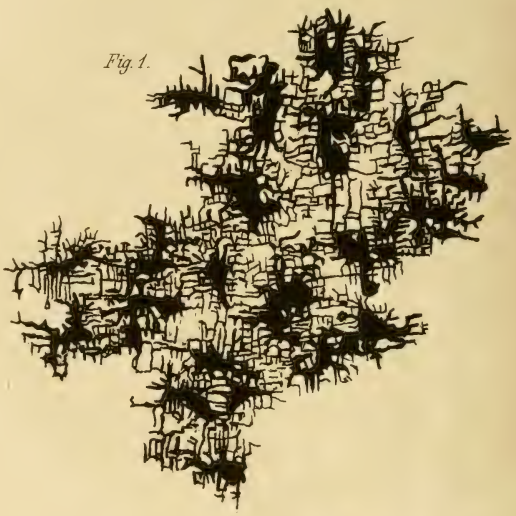


Fig. 3.

Fig. 2.

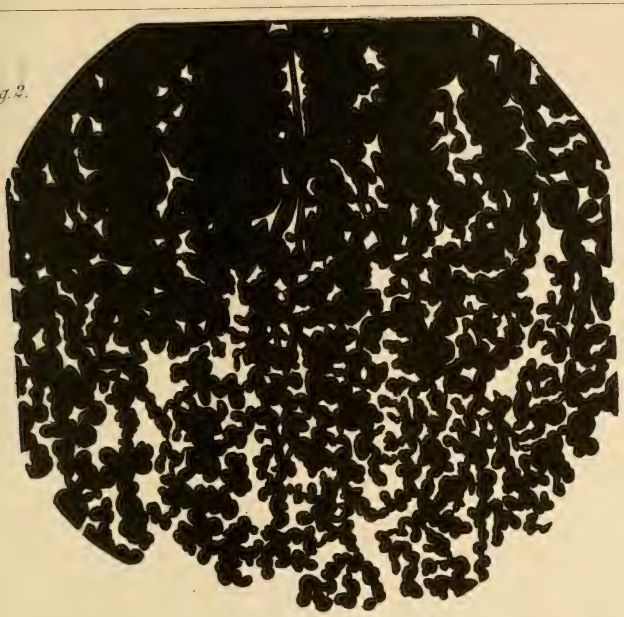


Fig 4.

Lith. Anst. v. J. C. Bach, Leipzig.

Fig 1.

Fig 2

Fig. 3.

Lith Anst. v. J.G. Bach, Leipzig.

Fig. 1.

Fig. 2

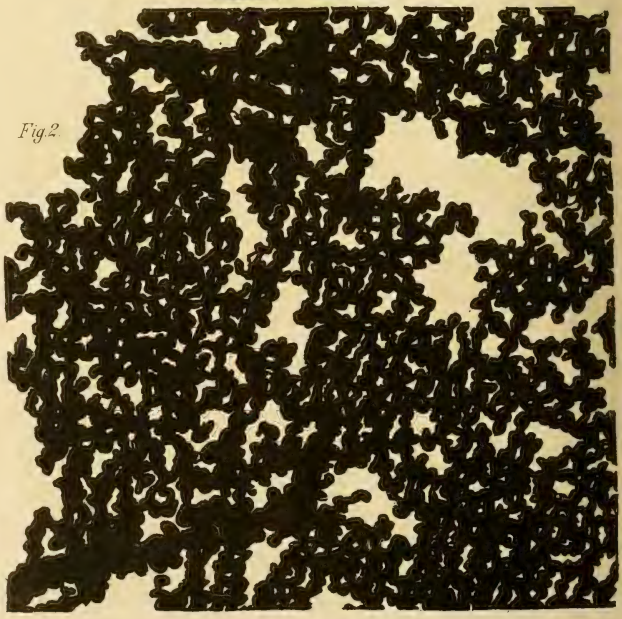


Fig. 3

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.

Fig. 15
Fig. 9
Fig. 11
Fig. 10
Fig. 18
Fig. 17
Fig. 19
Msb
Eph
Ap
Ao
Hphl
Hphl 1
Dk
Zl
GD
Z
Bl
Si
Fw
a
b

Fig 1c

Fig 12.

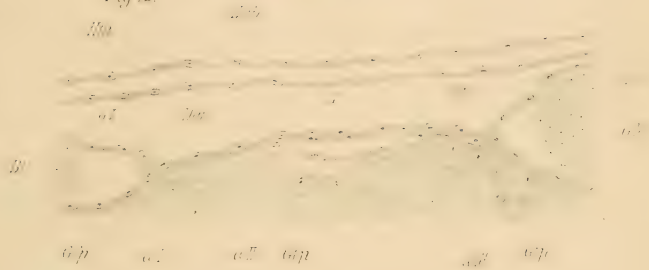


Fig 13

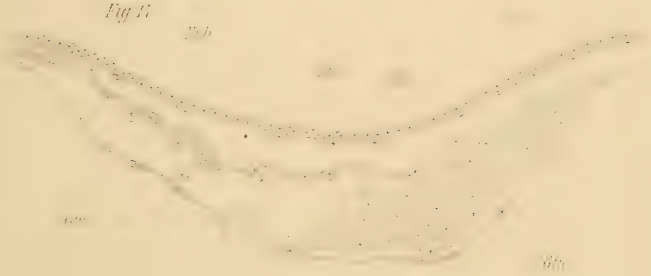
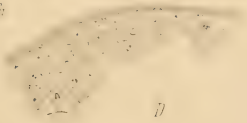
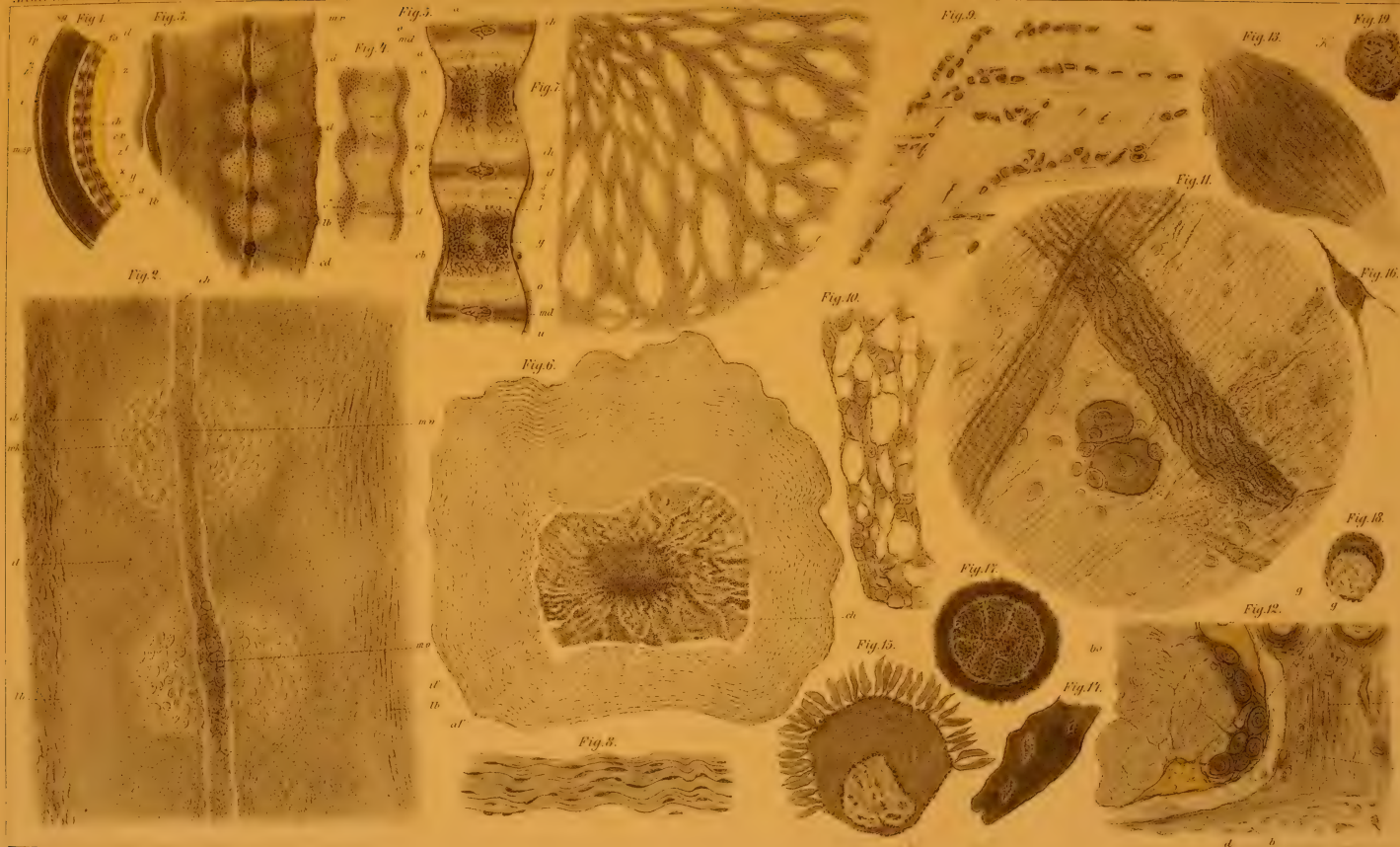


Fig 23

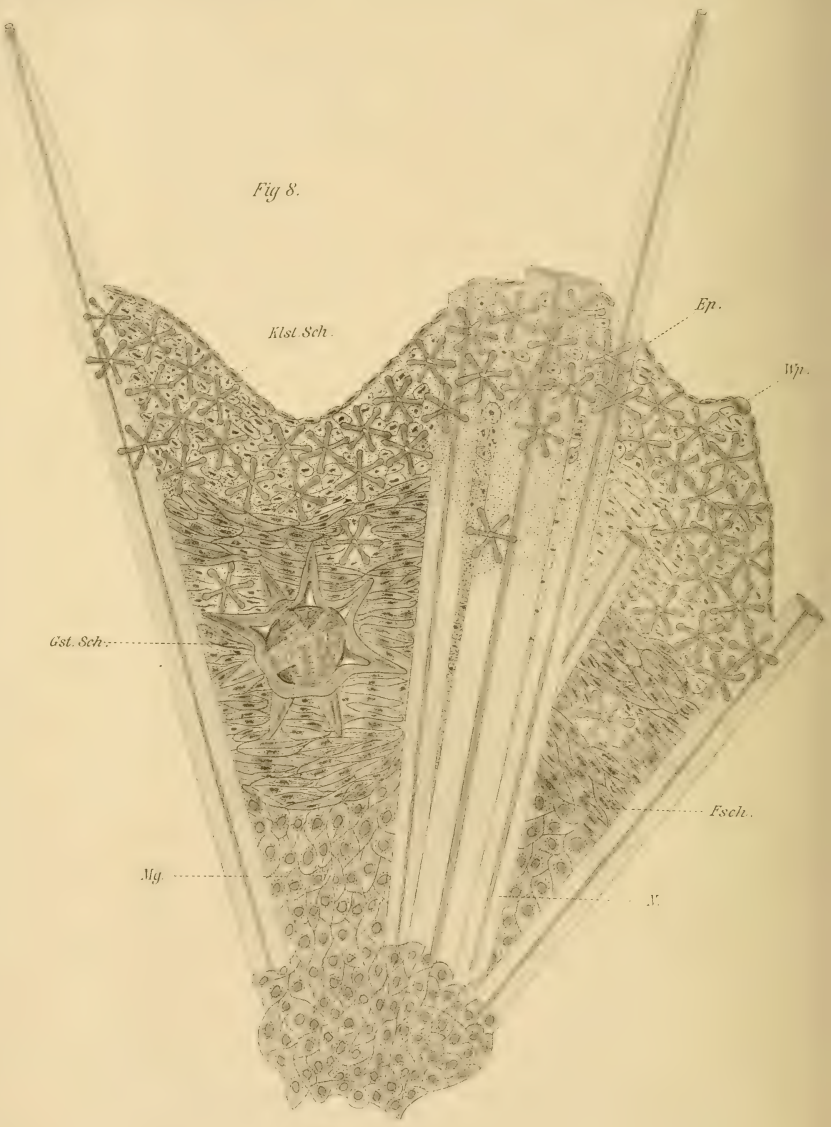




Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Lith. Anst. v. J. G. Bach in Leipzig.

Fig 8.



Nach d. Natur. Dr. B. Dezso.

Fig. 10.

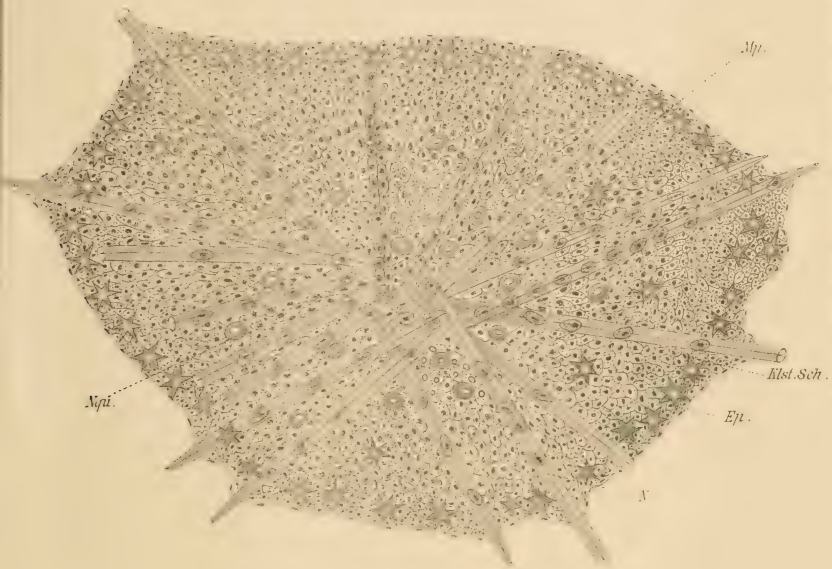


Fig. 11.

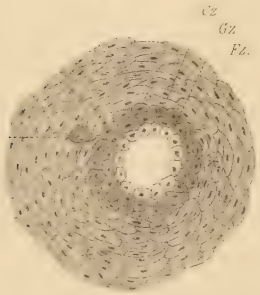


Fig. 9.

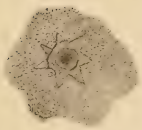


Fig. 12

Fig. 15

Fig. 16

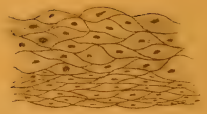
Fig. 18

Fig. 17.

Fig. 13.

Fig. 14

Fig. 19.



Nach d. Nat. Dr. B. Dersch.

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Fig. 20.

Fig. 21.

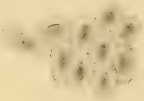


Fig. 22.

Fig. 23.

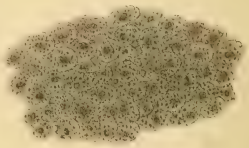
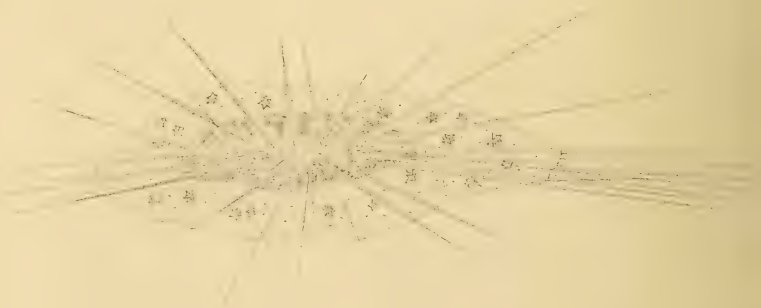


Fig. 24.



Dr. B. Dezső ad nat. del.

Fig 25

Fig 26

Fig 27

Fig 28

Fig 29.

Fig 30

Fig 31

Fig 32

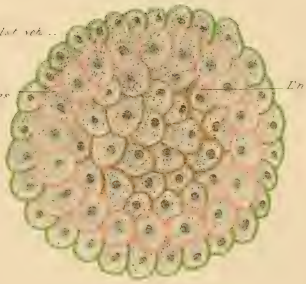
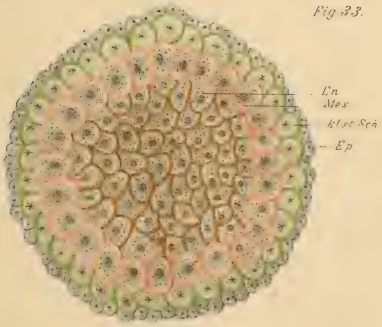
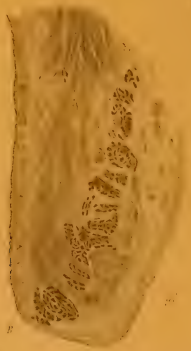
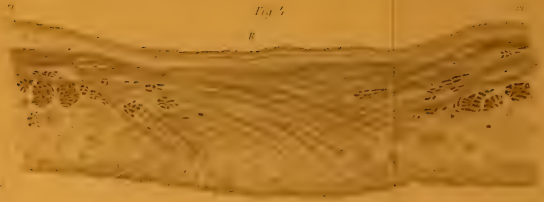


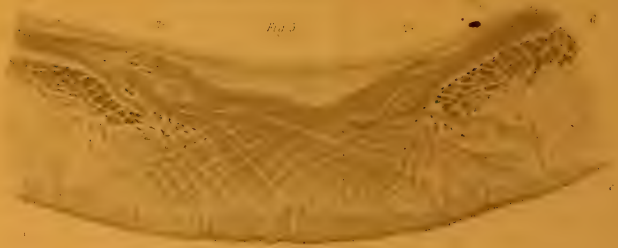
Fig 33.

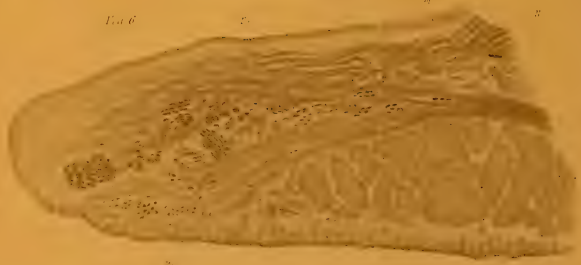


Lith. Kunst v. J. G. Bach, Leipzig









13924

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02593